

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 2月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-035569

[ST.10/C]:

[JP2003-035569]

出 願 人

Applicant(s):

株式会社東芝

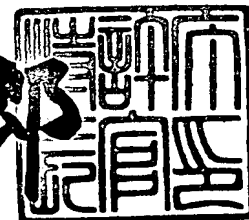
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

2003年 6月 3日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3042987

【書類名】 特許願

【整理番号】 A000204539

【提出日】 平成15年 2月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 A61B 6/00

【発明の名称】 バイプレーンX線撮影方法及びバイプレーンX線撮影装置

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

 【氏名】 坂口 卓弥

【発明者】

 【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社
東芝那須工場内

 【氏名】 塚本 明

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

 【識別番号】 100091351

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100108855

【弁理士】

【氏名又は名称】 蔵田 昌俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バイプレーンX線撮影方法及びバイプレーンX線撮影装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 X線管とX線検出器とを有する撮影系統を複数備えるバイプレーンX線撮影装置による撮影方法において、

一方の撮影系統のX線管からX線発生後にX線検出器により散乱線画像データを高速に収集し、

前記高速収集に引き続いて他方の撮影系統のX線管からX線発生させた後に複数の撮影系統のX線検出器によりほぼ同時に散乱線を含む画像データを収集し、

複数の撮影系統のX線検出器により収集されたそれぞれの散乱線を含む画像データからそれぞれ対応するX線検出器により収集された散乱線画像データを差分して、複数の撮影系統により撮影された所望画像を得ることを特徴とするバイプレーンX線撮影装置による撮影方法。

【請求項2】 第1X線管と第1X線検出器とを有する第1撮影系統と、前記第1撮影系統とは撮影方向が相違する第2X線管と第2X線検出器とを有する第2撮影系統とを備えたバイプレーンX線撮影装置による撮影方法において、

第1X線管からX線発生後に第2X線検出器により散乱線画像データを収集し、

第2X線検出器による散乱線画像データ収集後に引き続いて第2X線管からX線発生させた後に第1X線検出器により散乱線画像データを収集するとともに、第1X線検出器および第2X線検出器によりほぼ同時に散乱線を含む画像データを収集し、

第1X線検出器および第2X線検出器により収集されたそれぞれの散乱線を含む画像データからそれぞれ対応するX線検出器により収集された散乱線画像データを差分して、第1撮影系統および第2撮影系統により撮影された所望画像を得るとともに、散乱線画像データの収集時間は、散乱線を含む画像データの収集時間よりも短いことを特徴とするバイプレーンX線撮影装置による撮影方法。

【請求項3】 第1X線管と第1X線検出器とを有する第1撮影系統と、前記第1撮影系統とは撮影方向が相違する第2X線管と第2X線検出器とを有する

第 2 撮影系統とを備えたバイプレーン X 線撮影装置による撮影方法において、

第 1 X 線管から X 線発生後に第 1 X 線検出器および第 2 検出器によりほぼ同時に散乱線画像データを収集し、

散乱線画像データ収集後に引き続いて第 2 X 線管から X 線発生させた後に第 1 X 線検出器および第 2 検出器によりほぼ同時に散乱線を含む画像データを収集し

第 1 X 線検出器および第 2 検出器により収集されたそれぞれの散乱線を含む画像データからそれぞれ対応する検出器により収集された散乱線画像データを差分して、第 1 撮影系統および第 2 撮影系統により撮影された所望画像を得るとともに、

散乱線画像データの収集時間は、散乱線を含む画像データの収集時間よりも短いことを特徴とするバイプレーン X 線撮影装置による撮影方法。

【請求項 4】 第 1 X 線管と第 1 X 線検出器とを有する第 1 撮影系統と、前記第 1 撮影系統とは撮影方向が相違する第 2 X 線管と第 2 X 線検出器とを有する第 2 撮影系統とを備えたバイプレーン X 線撮影装置による撮影方法において、

第 1 X 線管から X 線発生後に第 1 X 線検出器および第 2 検出器によりほぼ同時に散乱線画像データを収集し、

散乱線画像データ収集後に引き続いて第 2 X 線管から X 線発生させた後に第 1 X 線検出器により散乱線画像データを収集し、さらに後第 1 X 線検出器および第 2 検出器によりほぼ同時に散乱線を含む画像データを収集し、

第 1 X 線管から X 発生後に第 1 X 線検出器により収集された散乱線データと第 2 X 線管から X 線発生後に第 1 X 線検出器により収集された散乱線データの差分を求め、

第 1 X 線検出器により収集された散乱線を含む画像データから前記差分データを差分して第 1 撮影系統により撮影された所望画像を得ると共に、第 2 検出器により収集された散乱線を含む画像データから第 2 検出器により収集された散乱線画像データを差分して第 2 撮影系統により撮影された所望画像を得、

さらに、散乱線画像データの収集時間は、散乱線を含む画像データの収集時間よりも短いことを特徴とするバイプレーン X 線撮影装置による撮影方法。

【請求項 5】 X線管とX線検出器とを有する撮影系統を複数備えるバイプレーンX線撮影装置において、

前記X線検出器は、所定の検出素子数の検出素子により画像データを収集する第1画像データ収集機能と、この第1画像データ収集時よりも少ない検出素子数の検出素子により画像データを収集する第2画像データ収集機能とを有することを特徴とするバイプレーンX線撮影装置。

【請求項 6】 前記第2画像データ収集に用いられる検出素子の分布範囲は、前記第1画像データ収集に用いられる検出素子の分布範囲に略等価であることを特徴とする請求項5記載のバイプレーンX線撮影装置。

【請求項 7】 前記X線検出器は、前記第1画像データを収集するための第1X線検出器と、前記第2画像データを収集するための第2X線検出器とを有することを特徴とする請求項5または6記載のバイプレーンX線撮影装置。

【請求項 8】 前記第2X線検出器の受光面の面積または大きさは、前記第1X線検出器の受光面の面積または大きさと略等価であることを特徴とする請求項7記載のバイプレーンX線撮影装置。

【請求項 9】 前記X線検出器は、前記第1画像データ収集機能と前記第2画像データ収集機能を切り換える切換手段を有することを特徴とする請求項5記載のバイプレーンX線撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、2方向からの撮影を可能とするバイプレーンX線撮影方法及びバイプレーンX線撮影装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図22に示すように、主に循環器系検査のために開発されたバイプレーン型のX線撮影装置には、同時に2方向からの撮影を可能にするために、寝台天板状に仰向けに載置された被検体に対して、その正面（フロントル）から撮影するX線管3とX線検出器4とを有する正面系撮影系統1と、側面（ラテラル）から撮影

するX線管5とX線検出器6とを有する側面系撮影系統2との2系統の撮影系統が装備されている。

【0003】

このバイプレーン型のX線撮影装置では、正面系撮影系統1のX線管3から発生したX線は、被検体Pを通過して直接的にX線検出器4に入射するとともに、側面系撮影系統2のX線検出器6には散乱線として入射してしまう。同様に、側面系撮影系統2のX線管5から発生したX線は、被検体Pを通過して直接的にX線検出器6に入射するとともに、正面系撮影系統1のX線検出器4に散乱線として入射してしまう。

【0004】

そのため撮影シーケンスでは、図23、図24に示すように、まず、正面系のX線管3からX線発生後に正面系のX線検出器4から信号を読み出すと共に、側面系のX線検出器6からも信号を読み出して、散乱線入射により発生した電荷を排出するようにしている。データ読み出し後、今度は、側面系のX線管5からX線を発生し、側面系のX線検出器6から信号を読み出すと共に、正面系のX線検出器4からも信号を読み出して、散乱線入射により発生した電荷を排出する。

【0005】

この手順では確かに正面系と側面系とで相互に生じる散乱線の影響を除去することはできるものの、それぞれ単体で見ると、X線検出器が備える最速駆動能力の2倍の周期でしか撮影できない、換言すると、実効的なフレームレート（単位時間当たりのフレーム数）が最速のときのほぼ1/2に低下してしまう。

【0006】

また、例えば心臓撮影では、F側とL側とで撮影時間が同時であることが理想的である。しかし、上述したように散乱線の影響を回避するために、一定の周期で正面系と側面系とで交互に撮影が行われているため、F側とL側との間の撮影時間のズレは無視できない。

【0007】

【特許文献1】

特開2000-102529号公報

【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、バイプレーンX線撮影方法及びバイプレーンX線撮影装置において、散乱線の影響の軽減と共に、フレームレートの向上及び正面系と側面系との間での撮影時間のズレの短縮を実現することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、X線管とX線検出器とを有する撮影システムを複数備えるバイプレーンX線撮影装置による撮影方法において、一方の撮影システムのX線管からX線発生後にX線検出器により散乱線画像データを高速に収集し、前記高速収集に引き続いて他方の撮影システムのX線管からX線発生させた後に複数の撮影システムのX線検出器によりほぼ同時に散乱線を含む画像データを収集し、複数の撮影システムのX線検出器により収集されたそれぞれの散乱線を含む画像データからそれぞれ対応するX線検出器により収集された散乱線画像データを差分して、複数の撮影システムにより撮影された所望画像を得る。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明によるバイプレーンX線撮影方法及びバイプレーンX線撮影装置を好ましい実施形態により説明する。

【 0 0 1 1 】

図1は本実施形態に係るバイプレーンX線撮影装置の構成を示している。バイプレーンX線撮影装置は、複数のX線撮影システム、例えば正面系（フロントル；F）のX線撮影システムと、側面系（ラテラル；L）のX線撮影システムとを備える。正面系のX線撮影システムは、X線管11と、X線管11に被検体Pを挟んで正対するX線検出器12とを有している。側面系のX線撮影システムは、X線管21と、X線管21に被検体Pを挟んで正対するX線検出器22とを有している。X線検出器12、22は、入射X線を直接的又は間接的に電荷に変換する複数の検出素子（画素）が2次元状に配列されてなる固体平面検出器である。

【 0 0 1 2 】

正面系のX線管11は例えば床置型のCアームの一端に取り付けられ、X線検出器12はCアームの他端に取り付けられる。側面系のX線管21は例えば天井吊り下げ型のΩアームの一端に取り付けられ、X線検出器22はΩアームの他端に取り付けられる。X線管11の焦点からX線検出器12の受像面中心を結ぶ撮影中心軸と、X線管21の焦点からX線検出器22の受像面中心を結ぶ撮影中心軸とは、アイソセンタと呼ばれる不動点で交差するように、Cアームの支持機構とΩアームの支持機構とが設計されている。

【0013】

正面系のX線管11にはF側X線制御部13が接続される。F側X線制御部13は、X線管11の陰極と回転陽極との間に高電圧を印加する。またF側X線制御部13は、X線管11の陰極フィラメントに加熱電流を供給する。加熱されたフィラメントから放出される熱電子は、高電圧により加速され回転陽極のターゲットに衝突する。それによりX線が発生する。側面系のX線管21にはL側X線制御部23が接続される。L側X線制御部23は、X線管21の陰極と回転陽極との間に高電圧を印加する。またL側X線制御部23は、X線管21の陰極フィラメントに加熱電流を供給する。

【0014】

正面系のX線検出器12にはF側検出器制御部14が接続される。F側検出器制御部14は、F側X線検出器12のデータ読出しを制御する。側面系のX線検出器22にはL側検出器制御部24が接続される。L側検出器制御部24は、L側X線検出器22のデータ読出しを制御する。

【0015】

システムコントローラ31は、F側X線制御部13、F側検出器制御部14、L側X線制御部23、L側検出器制御部24を制御して撮像動作を実行するとともに、その撮像動作に同期して記憶部33、画像処理部35、表示部37の各動作を制御する。

【0016】

図2、図3、図4には、本実施形態による基本的な撮影シーケンスを示している。まず、期間(1)でF側X線管11からX線が発生し、次の期間(2)にお

いてF側とL側の両方のX線検出器12, 22から粗い（低空間分解能）画像データを高速で読み出す。期間（2）に続いて、今度は、L側X線管21からX線を発生し、次の期間（4）において、F側とL側の両方のX線検出器12, 22からほぼ同時に粗い画像データを高速で読み出し、またF側とL側の両方のX線検出器12, 22からほぼ同時に細かい（高空間分解能）画像データを低速で読み出す。

【0017】

本実施形態では、このようにF側撮影系統とL側撮影系統とでそれぞれ3種類の画像データを取得する。この3種類の画像データは異なるパターンで散乱成分と信号成分を含んでいる。3種類の画像データの中の少なくとも2種類の画像データを画像処理に供することで、F側撮影系統とL側撮影系統とでそれぞれ散乱成分が除去され、信号成分のみを含む細かい画像データを生成することを実現している。

【0018】

上記のように期間（4）に、データ読出しをF側とL側とで並行して行うことができる。それによりデータ読出しをL側とF側とでシリアルに行うよりも、サイクル時間を短縮してフレームレートを向上させることができる。また、各画像から散乱成分を除去するためには散乱成分を読み出す必要があるが、本実施形態では、散乱成分の空間周波数が低いことに着目し、低分解能で高速（短時間）に読み出すことにより、この散乱成分の読出し動作によるサイクル時間への影響を抑えることができる。さらに、散乱成分を低分解能で高速に読み出すことにより、その期間（2）を短縮して、F側とL側との間の撮影時間のズレを短縮することができる。

【0019】

上記撮影シーケンスは基本的な撮影シーケンスであり、X線検出器の読出方式、X線検出器の構造、画像処理の方式の様々な組み合わせにより多くのバリエーションがある。周知のとおり、X線検出器の読出方式には、電荷読出方式と電圧読出方式とがあり、本実施形態ではそのいずれの方式にも適用可能である。また、電圧読出方式では画素容量の電荷はデータ読出し後にも保持され、従って画素

容量をリセットするためのフラッシュ動作が必要とされるが、そのフラッシュのタイミングに関して、読出毎フラッシュとフレーム毎フラッシュとがある。また、X線検出器の構造に関しても、詳細は後述するが、2段構成、一部独立読出構成（1段構成、独立信号線）、一部独立読出構成（1段構成、共通信号線）の3種類から選択的であり、画像処理も、空間補間、再利用再構成、ぼかし、ぼかしのアルゴリズム変形から選択的である。このような様々な組み合わせで撮影シーケンスのバリエーションを整理すると次の通りである。

【 0 0 2 0 】

- (1-1) 電荷読出方式 + 2 段構成
- (1-2) 電荷読出方式 + 一部独立読出（1 段構成：独立信号線） + 空間補間
- (1-3) 電荷読出方式 + 一部独立読出（1 段構成：共通信号線） + 空間補間
- (2-1) 電荷読出方式 + 一部独立読出（1 段構成：独立信号線） + 再利用再構成
- (2-2) 電荷読出方式 + 一部独立読出（1 段構成：共通信号線） + 再利用再構成
- (3-1) 電圧読出方式 + 読出毎フラッシュ + 2 段構成
- (3-2) 電圧読出方式 + 読出毎フラッシュ + 一部独立読出（1 段構成：独立信号線） + 空間補間
- (3-3) 電圧読出方式 + 読出毎フラッシュ + 一部独立読出（1 段構成：共通信号線） + 空間補間
- (4-1) 電圧読出方式 + 読出毎フラッシュ + 一部独立読出（1 段構成：独立信号線） + 再利用再構成
- (4-2) 電圧読出方式 + 読出毎フラッシュ + 一部独立読出（1 段構成：共通信号線） + 再利用再構成
- (5-1) 電圧読出方式 + フレーム毎フラッシュ + 2 段構成
- (5-2) 電圧読出方式 + フレーム毎フラッシュ + 一部独立読出（1 段構成：独立信号線） + 空間補間
- (5-3) 電圧読出方式 + フレーム毎フラッシュ + 一部独立読出（1 段構成：共通信号線） + 空間補間

- (6-1) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+2段構成+ぼかし
- (6-2) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:独立信号線)+空間補間+ぼかし
- (6-3) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:共通信号線)+空間補間+ぼかし
- (7-1) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+2段構成+ぼかしのアルゴリズム変形
- (7-2) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:独立信号線)+空間補間+ぼかしのアルゴリズム変形
- (7-3) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:共通信号線)+空間補間+ぼかしのアルゴリズム変形
- (8-1) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:独立信号線)+再利用再構成
- (8-2) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:共通信号線)+再利用再構成
- (9-1) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:独立信号線)+再利用再構成+ぼかし
- (9-2) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:共通信号線)+再利用再構成+ぼかし
- (10-1) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:独立信号線)+再利用再構成+ぼかしのアルゴリズム変形
- (10-2) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:共通信号線)+再利用再構成+ぼかしのアルゴリズム変形 以下、上記バリエーションについて順番に説明する。

(1-1) 電荷読出方式+2段構成

X線検出器12, 22には、X線照射により発生した電荷を電流信号として読み出す電荷読出し方式が採用される。電荷読出し方式では、データ読み出しにより、画素容量から電荷が排出され、結果的に画素容量はリセットされる。

【0021】

図 5 には、正面系の X 線検出器 1 2 の構成を示している。側面系の X 線検出器 2 2 の構成は、正面系の X 線検出器 1 2 の構成と同じであるので、説明を省略する。X 線検出器 1 2 のガラス基板 4 1 上には、画素配列層 4 3, 4 5 が 2 段に重ねられる。第 1 層 4 5 は、複数の検出素子 4 7 が配列された通常の T F T 構造を有する。第 2 層 4 3 は、第 1 層 4 5 とガラス基板 4 1 との間に配置される。第 2 層 4 3 を構成する検出素子 4 9 の数（画素数）は、第 1 層 4 5 を構成する検出素子 4 7 の数（画素数）より少ないが、第 2 層 4 3 を構成する検出素子 4 9 の画素電極の面積は、第 1 層 4 5 を構成する検出素子 4 7 のそれよりも大きい。第 2 層 4 3 を構成する検出素子 4 9 は、第 1 層 4 5 の検出素子 4 7 の配列範囲と同じ大きさの範囲に配列されている。第 2 層 4 3 には、第 1 層 4 5 を透過した X 線が入射する。第 2 層 4 3 が第 1 層 4 5 より画素数が少ないので、第 2 層 4 3 の全画素のデータ読出しは第 1 層 4 5 のそれより、高速で、つまり短時間で完了する。

【 0 0 2 2 】

なお、図 6 に示すように、第 2 層 4 3 の各検出素子 5 0 の受光面は、第 1 層 4 5 の各検出素子 4 7 の受光面と略等価であって、検出素子 4 7 の配列範囲と同じ範囲に離散的に検出素子 4 9 が配列される構造であっても良い。また、図 7 に示すように、ガラス基板 4 1 の表面に第 1 層 4 5 が形成され、ガラス基板 4 1 の裏面に第 2 層 4 3 が形成される構造であっても良い。さらに、図 8 に示すように、ガラス基板 4 1 - 1 に第 1 層 4 5 が形成され、他のガラス基板 4 1 - 2 に第 2 層 4 3 が形成され、貼り合わされる構造であっても良い。

【 0 0 2 3 】

図 9 に、（電荷読出方式 + 2 段構成）方式における 1 サイクル分の撮影シーケンスを示している。まず、期間（1）において、F 側 X 線管 1 1 から X 線が発生される。期間（1）では、F 側 X 線管 1 1 からの直接 X 線が被検体を透過して F 側 X 線検出器 1 2 の第 1、第 2 層 4 5, 4 3 で信号成分として検出される。また、期間（1）では、F 側 X 線管 1 1 からの X 線が被検体内で散乱することにより生じる散乱線が、L 側 X 線検出器 2 2 の第 1、第 2 層で散乱成分として検出される。

【 0 0 2 4 】

続いて、期間（２）に、F側X線検出器１２の第２層４３から粗い画像データS１１が高速に読み出される。画像データS１１は、F側からの直接X線（信号成分）のみを含んでいる。これを便宜上、（F信粗）と表記する。また、期間（２）に、F側X線検出器１２の第２層４３からの粗い画像データS１１の読み出しと並行して、L側X線検出器２２の第２層から粗い画像データS２１が高速に読み出される。画像データS２１は、F側X線管１１からX線の散乱線に由来する散乱成分のみを含んでいる。これを便宜上、（F散粗）と表記する。

【 0 0 2 5 】

F側、L側のX線検出器１２、２２の第２層からの画像データS１１、S２１の読み出し完了後、期間（３）において、今度は、L側X線管２１からX線が発生される。期間（３）では、L側X線管２１からのX線に由来する散乱線がF側X線検出器１２の第１、第２層４５、４３で検出される。また、期間（３）では、L側X線管２１からの直接X線がX線が被検体を透過してL側X線検出器２２の第１、第２層で検出される。

【 0 0 2 6 】

続いて、期間（４）に、F側X線検出器１２の第２層４３から粗い画像データS１２が高速に読み出される。電荷読出方式では読み出した電荷は保持されないため、期間（４）に読み出す画像データS１２は、期間（１）の蓄積電荷を反映せず、期間（３）に蓄積したL側からのX線に由来する散乱成分のみを示している。これを便宜上、（L散粗）と表記する。

【 0 0 2 7 】

また、期間（４）に、F側X線検出器１２の第２層４３からの粗い画像データS１２の読み出しと並行して、L側X線検出器２２の第２層から粗い画像データS２２が高速に読み出される。期間（４）に読み出す画像データS２２は、期間（１）の蓄積電荷を反映しないため、期間（３）に蓄積したL側からの直接X線に由来する信号成分のみを有する。これを便宜上、（L信粗）と表記する。

【 0 0 2 8 】

さらに、期間（４）に、F側X線検出器１２の第１層４５から細かい画像データS１３が低速で読み出される。期間（４）に第１層４５から読み出す画像デー

タ S 1 3 は、期間（１）及び期間（３）の蓄積電荷を反映しているので、期間（１）に蓄積した F 側からの直接 X 線を表す信号成分と、期間（３）に蓄積した L 側からの X 線に由来する散乱成分とを含んでいる。これを便宜上、（（F 信細）（L 散細））と表記する。

【 0 0 2 9 】

また、期間（４）に、L 側 X 線検出器 2 2 の第 1 層から細かい画像データ S 2 3 が低速で読み出される。期間（４）に第 1 層から読み出す画像データ S 2 3 は、期間（１）及び期間（３）の蓄積電荷を反映しているので、期間（１）に蓄積した F 側からの X 線に由来する散乱成分と、L 側からの直接 X 線に関する信号成分とを含んでいる。これを便宜上、（（F 散細）（L 信細））と表記する。

【 0 0 3 0 】

この第 1、第 2 層を有する当該 2 段構成では、図 9 では、便宜上、期間（４）において第 1 層からのデータ読出しと、第 2 層からのデータ読出しとが順番に行われるように記載されているが、実際には、第 1 層からのデータ読出しと、第 2 層からのデータ読出しと並行して行われる。

【 0 0 3 1 】

次に、このようなシーケンスで得られた画像データに対する画像処理について説明する。まず、F 側に関して、細かい画像データ S 1 3 は、信号成分と散乱成分とを含んでいるので、散乱成分を除去する必要がある。この散乱成分は、画像データ S 1 2 が保有している。ここで散乱成分は空間周波数が信号成分のそれより低く、低分解能の画像データでも充分捕捉できる。散乱成分に関する低分解能の画像データ S 1 2 をまず画像データ S 1 3 のそれと同じ高分解能に変換し（ファイン化）、その高分解能に変換した散乱成分に関する画像データ S 1 2 と、細かい画像データ S 1 3 とを差分することで、散乱成分が除去された L 側の細かい画像データを生成することができる。

【 0 0 3 2 】

同様に、L 側に関しても、高分解能で収集した画像データ S 2 3 にも、F 側 X 線管 1 1 からの X 線に由来する散乱成分が含まれている。この散乱成分は、画像データ S 2 1 が保有している。画像データ S 2 1 を画像データ S 2 3 のそれと同

じ高い分解能に変換し、その高分解能に変換した散乱成分に関する画像データ S 2 3 と、画像データ S 2 3 とを差分することで、散乱成分が除去された高分解能の画像データ S 2 4 を生成することができる。

【 0 0 3 3 】

以上のように本実施形態では、データ読出しを F 側と L 側とで並行して行うことができる。それによりデータ読出しを L 側と F 側とでシリアルに行うよりも、サイクル時間を短縮してフレームレートを向上させることができる。また、各画像から散乱成分を除去するためには散乱成分を読み出す必要があるが、本実施形態では、散乱成分の空間分解能が低いことに着目し、低分解能で高速（短時間）に読み出すことにより、この散乱成分の読出し動作によるサイクル時間への影響を抑えることができる。さらに、散乱成分を低分解能で高速に読み出すことにより、その期間（2）を短縮して、F 側と L 側との間の撮影時間のズレを短縮することができる。

【 0 0 3 4 】

（1－2）電荷読出方式＋一部独立読出（1 段構成：独立信号線）＋空間補間

上述した 2 段構成では、画素が粗く配列された第 2 層が細かく画素が配列された第 1 層と別々の層で設けられている。それに対して、一部独立読出（1 段構成：独立信号線）の構成を有する X 線検出器では、画素配列層は 1 段であり、その一部の画素を特定の画素として他の画素と区別し、上記期間（2）、（4）において特定画素から粗い画像データを読み出し、上記期間（4）において他の画素から細かい画像データを読み出すように構成される。

【 0 0 3 5 】

図 1 0 には、一部独立読出（1 段構成：独立信号線）の構成を有する X 線検出器を示している。斜線で示す画素 5 2 が、粗い画像データの読出しために割り当てられた特定画素であり、他の画素 5 1 が、細かい画像データの読出しために割り当てられた画素である。特定画素 5 2 は、その数が、画素 5 1 より少なく、縦方向及び横方向に関してそれぞれ所定の数の画素 5 1 を挟んで離散的に分散している。特定の画素 5 2 には、他の画素 5 1 のゲート線 5 3 とは、独立して駆動可能なゲート線 5 4 が接続される。また特定の画素 5 2 には、他の画素 5 1 の信号

線 5 5 とは、独立した信号線 5 6 が接続される。高速読出し時には、特定画素 5 2 に接続されたゲート線 5 4 が順番に活性化され、特定画素 5 2 に接続された信号線 5 6 を経由して順番にデータが読み出される。

【 0 0 3 6 】

図 9 の期間 (2) において、F 側 X 線検出器 1 2 の特定画素 5 2 から粗い画像データ S 1 1 が高速に読み出され、またそれと並行して、L 側 X 線検出器 2 2 の特定画素 5 2 から粗い画像データ S 2 1 が高速に読み出される。また、期間 (4) において、F 側 X 線検出器 1 2 の特定画素 5 2 から粗い画像データ S 1 2 が高速に読み出され、それと並行して L 側 X 線検出器 2 2 の特定画素 5 2 から粗い画像データ S 2 2 が高速に読み出される。同じ期間 (4) において、F 側 X 線検出器 1 2 の他の画素 5 1 から細かい画像データ S 1 3 が低速で読み出され、それと並行して L 側 X 線検出器 2 2 の他の画素 5 1 から細かい画像データ S 2 3 が低速で読み出される。

【 0 0 3 7 】

この一部独立読出 (1 段構成 : 独立信号線) の構成では、図 9 では、便宜上、期間 (4) において特定画素 5 2 からのデータ読出しと、他の画素 5 1 からのデータ読出しとが順番に行われるように記載されているが、実際には、並行して行われる。

【 0 0 3 8 】

F 側に関して、細かい画像データ S 1 3 から散乱成分を除去するために、散乱成分に関する粗い画像データ S 1 2 をまず画像データ S 1 3 のそれと同じ高分解能に変換し (ファイン化) 、その高分解能に変換した散乱成分のみを有する細かい画像データ S 1 2 を、信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 から差分することで、信号成分のみを含む細かい画像データを生成することができる。ここで、当該一部独立読出構成では、一部の画素を特定画素 5 2 に適用しているため、画像データ S 1 3 の特定画素 5 2 では、信号欠落を起こしている。そのため差分により散乱成分を除去された画像データ S 1 3 を空間的に補間することにより、信号欠落を起こした特定画素のデータを埋める。

【 0 0 3 9 】

同様に、L側の画像に関して、信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 2 3 から散乱成分を除去するために、散乱成分のみを含む粗い画像データ S 2 1 をまず画像データ S 2 3 のそれと同じ高分解能に変換し、その高分解能に変換した散乱成分のみを含む画像データ S 2 1 を、信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 2 3 から差分することで、散乱成分を除去し、信号成分のみを含む細かい画像データを生成する。差分により散乱成分を除去された画像データ S 2 3 を空間的に補間することにより、信号欠落を起こした特定画素のデータを埋める。

【 0 0 4 0 】

本方式においても、フレームレートの向上、散乱成分の読出し動作によるサイクル時間への影響の抑制、さらに、F側とL側との間の撮影時間のズレの短縮を図ることができる。

【 0 0 4 1 】

(1-3) 電荷読出方式+一部独立読出(1段構成:共通信号線)+空間補間

上述した一部独立読出において、図 1 1 に示すように、信号線 5 5 を特定画素 5 2 と他の画素 5 1 とで共通化してもよい。特定画素 5 2 のゲート線 5 4 は他の画素 5 1 のゲート線 5 3 と別に独立して形成されている。散乱成分除去のための画像処理については(1-2)で説明した画像処理と等価であるので説明は省略する。

【 0 0 4 2 】

本方式においては、従来に対して、フレームレートの向上、散乱成分の読出し動作によるサイクル時間への影響の抑制、さらに、F側とL側との間の撮影時間のズレの短縮を図ることができる。

【 0 0 4 3 】

なお、当該方式(1-3)では、図 1 2 に示すように、ライン単位で特定画素 5 2 を割り当てても良い。所定の本数のゲート線 5 3 を挟んで縦方向に離散的に特定のゲート線 5 4 を割り当てる。この特定のゲート線 5 4 に共通接続された同じライン上の複数画素が特定画素 5 2 として粗い画素データの読出しに用いられる。粗い画素データ S 1 1、S 1 2、S 2 1、S 2 2 の読出しに際しては、特定

のゲート線 5 4 を対象に順番に活性化し、各ゲート線 5 4 の活性化期間に全ての信号線 5 5 から順番にデータを読み出す。この例では従来の検出器構成をそのまま流用することができる。

【 0 0 4 4 】

(2 - 1) 電荷読出方式 + 一部独立読出 (1 段構成 : 独立信号線) + 再利用再構成

この方式では、画像処理に関してのみ上記 (1 - 2) の方式と相違する。上記 (1 - 2) の方式では、信号欠落を起こす特定画素のデータを空間補間により埋めている。それに対して本方式では、図 1 3 に示すように、差分により散乱成分が除去された細かい画像データ S 1 3、S 2 3 内の信号欠落を起こした特定画素のデータを、F 側では期間 (2) に F 側 X 線検出器 1 2 の特定画素 5 2 から読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 で埋め、また L 側では期間 (4) に L 側 X 線検出器 2 2 の特定画素 5 2 から読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 2 2 で埋めるというものである。

【 0 0 4 5 】

画像データ S 1 1 は、散乱成分を含まず、F 側からの直接 X 線に由来する信号成分のみを含んでいるので、信号成分のみからなる細かい画像データを生成できる。同様に、画像データ S 2 2 は、散乱成分を含まず、L 側からの直接 X 線に由来する信号成分のみを含んでいるので、信号成分のみからなる細かい画像データを生成できる。

【 0 0 4 6 】

(2 - 2) 電荷読出方式 + 一部独立読出 (1 段構成 : 共通信号線) + 再利用再構成

この方式では、画像処理に関してのみ上記 (1 - 3) の方式と相違する。画像処理に関しては、差分により散乱成分が除去された細かい画像データ S 1 3、S 2 3 内の信号欠落を起こした特定画素のデータを、F 側では期間 (2) に F 側 X 線検出器 1 2 の特定画素 5 2 から読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 で埋め、また L 側では期間 (4) に L 側 X 線検出器 2 2 の特定画素 5 2 から読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 2 2 で埋める。

【 0 0 4 7 】

(3 - 1) 電圧読出し方式 + 読出毎フラッシュ + 2 段構成

電圧読出し方式では、電荷読出し方式と異なり、読出し後でも画素容量に電荷を保持する。そのため、図 1 4 に示すように、期間 (2) において、F 側 X 線検出器 1 2 の第 2 層から粗い画像データ S 1 2 を読み出した後、期間 (3) で L 側から X 線を発生する前に、第 2 層の画素容量の電荷をリセットする動作 (フラッシュ) が必要とされる。このリセットにより、画像データ S 1 2 への信号成分の混入を防止し、散乱成分だけを反映させることができる。

【 0 0 4 8 】

同様に、期間 (2) において、L 側 X 線検出器 2 2 の第 2 層から粗い画像データ S 2 2 を読み出した後、期間 (3) で L 側から X 線を発生する前に、第 2 層の画素容量の電荷をリセットする動作が必要とされる。このリセットにより、画像データ S 2 2 への散乱成分の混入を防止し、信号成分だけを反映させることができる。

【 0 0 4 9 】

また、期間 (4) において、F 側 X 線検出器 1 2 の第 1 層及び第 2 層から画像データ S 1 2、S 1 3 の読み出しが完了した後、次のサイクルで F 側から X 線が発生される前に、第 1 層及び第 2 層の画素容量の電荷をリセットする動作が必要とされる。このリセットにより、次のサイクルへの電荷持ち越しを防止できる。同様に、期間 (4) において、L 側 X 線検出器 2 2 の第 1 層及び第 2 層から画像データ S 2 2、S 2 3 の読み出しが完了した後、次のサイクルで F 側から X 線が発生される前に、第 1 層及び第 2 層の画素容量の電荷をリセットする動作が必要とされる。このリセットにより、次のサイクルへの電荷持ち越しを防止できる。

画像処理に関しては、(1 - 1) の画像処理と等価である。

【 0 0 5 0 】

(3 - 2) 電圧読出し方式 + 読出毎フラッシュ + 一部独立読出 (1 段構成 : 独立信号線) + 空間補間

上述のように電圧読出し方式では電荷保持されることからフラッシュが必要とされたが、これは上記 (1 - 2) の電荷読出し方式を電圧読出し方式に代えた場合

でも同様であり、まずF側では、期間（２）において画像データS 1 1の読み出し後に特定画素5 2の画素容量をリセットし、期間（４）において画像データS 1 2、S 1 3の読み出し後に特定画素5 2と他の画素5 1との全面素を対象として画素容量をリセットする。L側でも同様に、期間（２）において画像データS 2 1の読み出し後に特定画素5 2の画素容量をリセットし、期間（４）において画像データS 2 2、S 2 3の読み出し後に特定画素5 2と他の画素5 1との全面素を対象として画素容量をリセットする。

【 0 0 5 1】

画像処理に関しては、（１－２）の画像処理と等価であり、F側に関しては、差分により散乱成分を除去された画像データS 1 3の中の信号欠落を起こしている特定画素5 2を空間的な補間により埋める。同様に、L側に関しては、差分により散乱成分を除去された画像データS 2 3の中の信号欠落を起こしている特定画素5 2を空間的な補間により埋める。

【 0 0 5 2】

（３－３）電圧読出方式＋読出毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：共通信号線）＋空間補間

上述のように電圧読出し方式では電荷保持されることからフラッシュが必要とされたが、これは上記（１－３）の電荷読出方式を電圧読出し方式に代えた場合でも同様であり、まずF側では、期間（２）において画像データS 1 1の読み出し後に特定画素5 2の画素容量をリセットし、期間（４）において画像データS 1 2、S 1 3の読み出し後に特定画素5 2と他の画素5 1との全面素を対象として画素容量をリセットし、同様にL側でも、期間（２）において画像データS 2 1の読み出し後に特定画素5 2の画素容量をリセットし、期間（４）において画像データS 2 2、S 2 3の読み出し後に特定画素5 2と他の画素5 1との全面素を対象として画素容量をリセットする。

【 0 0 5 3】

画像処理に関しては、（１－３）の画像処理と等価であり、F側に関しては、差分により散乱成分を除去された画像データS 1 3の中の信号欠落を起こしている特定画素5 2を空間的な補間により埋める。同様に、L側に関しては、差分に

より散乱成分を除去された画像データ S 2 3 の中の信号欠落を起こしている特定画素 5 2 を空間的な補間により埋める。

【 0 0 5 4 】

(4 - 1) 電圧読出方式 + 読出毎フラッシュ + 一部独立読出 (1 段構成 : 独立信号線) + 再利用再構成

本方式は、上記 (3 - 2) に対して画像処理のみ相違する。図 1 5 に示すように、画像処理は、空間補間ではなく、再利用再構成を使用する。つまり、差分により散乱成分が除去された細かい画像データ S 1 3、S 2 3 内の信号欠落を起こした特定画素のデータを、F 側では期間 (2) に F 側 X 線検出器 1 2 の特定画素 5 2 から読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 で埋め、また L 側では期間 (4) に L 側 X 線検出器 2 2 の特定画素 5 2 から読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 2 2 で埋める。

【 0 0 5 5 】

(4 - 2) 電圧読出方式 + 読出毎フラッシュ + 一部独立読出 (1 段構成 : 共通信号線) + 再利用再構成

本方式は、上記 (3 - 3) に対して画像処理のみ相違する。図 1 5 に示すように、画像処理は、再利用再構成を使用する。つまり、差分により散乱成分が除去された細かい画像データ S 1 3、S 2 3 内の信号欠落を起こした特定画素のデータを、F 側では期間 (2) に F 側 X 線検出器 1 2 の特定画素 5 2 から読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 で埋め、また L 側では期間 (4) に L 側 X 線検出器 2 2 の特定画素 5 2 から読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 2 2 で埋める。

【 0 0 5 6 】

(5 - 1) 電圧読出方式 + フレーム毎フラッシュ + 2 段構成

本方式は、上記 (3 - 1) に対してフラッシュを入れるタイミングと画像処理に関して相違する。まず、フラッシュを入れるタイミングとしては、図 1 6 に示すように、期間 (2) において F 側、L 側の X 線検出器 1 2、2 2 の第 2 層の画素容量の電荷はリセットしない。一方、期間 (4) において、F 側 X 線検出器 1 2 の第 1 層及び第 2 層から画像データ S 1 2、S 1 3 の読み出しが完了した後、

次のサイクルでF側からX線が発生される前に、第1層及び第2層の画素容量の電荷をリセットする。同様に、期間(4)において、L側X線検出器22の第1層及び第2層から画像データS22、S23の読み出しが完了した後、次のサイクルでF側からX線が発生される前に、第1層及び第2層の画素容量の電荷をリセットする。

【0057】

期間(2)においてF側、L側のX線検出器12、22の第2層の画素容量の電荷はリセットしないので、期間(4)で読み出す粗い画像データS12、S22は、信号成分と散乱成分とを含んでいる。画像データS12から信号成分を除去し、散乱成分を取り出すために、信号成分のみを含んでいる画像データS11を、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる画像データS12から差分する。差分により生成した散乱成分のみを含む画像データS12をファイン化してから、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる細かい画像データS13から差分することで、散乱成分を含まない細かい画像データを生成することができる。他方のL側の画像処理に関しては(3-1)と等価である。

【0058】

(5-2) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:独立信号線)+空間補間

方式は、上記(3-2)に対してフラッシュを入れるタイミングと画像処理について相違する。まず、フラッシュを入れるタイミングとしては、方式(5-1)と同様に、図16に示すように、期間(2)においてF側、L側のX線検出器12、22の第2層の画素容量の電荷はリセットしない。画像データS12から信号成分を除去し、散乱成分を取り出すために、信号成分だけを含んでいる画像データS11を、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる画像データS12から差分する。差分により生成された散乱成分のみを含む画像データをファイン化してから、画像データS13から差分することで、散乱成分を含まない細かい画像データS13を生成する。この散乱成分を含まない細かい画像データS13に対して空間補間をかけることにより、特定画素のデータを埋める。他方のL側の画像処理に関しては(3-2)と等価である。

【 0 0 5 9 】

(5-3) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成: 共通信号線)+空間補間

方式は、上記(3-3)に対してフラッシュを入れるタイミングと画像処理について相違する。まず、フラッシュを入れるタイミングとしては、方式(5-1)と同様に、図16に示すように、期間(2)においてF側、L側のX線検出器12、22の第2層の画素容量の電荷はリセットしない。(5-1)と同様に、画像データS12から信号成分を除去し、散乱成分を取り出すために、信号成分だけを含んでいる画像データS11を、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる画像データS12から差分する。差分により散乱成分のみを含む画像データをファイン化してから、信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データS13から差分することで、散乱成分を含まない細かい画像データS13を生成する。この散乱成分を含まない細かい画像データS13に対して空間補間をかけることにより、特定画素のデータを埋める。他方のL側の画像処理に関しては(3-3)と等価である。

【 0 0 6 0 】

(6-1) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+2段構成+ぼかし

方式は、上記(5-1)に対して画像処理について相違する。上記(5-1)では、信号成分だけを含んでいる画像データS11を、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる画像データS12から差分することで、信号成分を含まず、散乱成分を含む画像データを生成している。それに対して本方式(6-1)では、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる画像データS13の分解能を、間引き又は局所平均化処理により、粗い画像データS11と同じ分解能に低下させる(ぼかす)。ぼかしによる粗い画像データS13から信号成分のみを含む粗い画像データS11を差分することにより、散乱成分のみを含む粗い画像データS13を生成し、それをファイン化してから、細かい画像データS13から差分することで、散乱成分を含まない細かい画像データS13を生成することができる。他方のL側の画像処理に関しては(5-1)と等価である。

【 0 0 6 1 】

(6-2) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:独立信号線)+空間補間+ぼかし

方式は、上記(5-2)に対して画像処理について相違する。本方式(6-2)では、上記(6-1)と同様に、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる画像データS13の分解能を、間引き又は局所平均化処理により、粗い画像データS11と同じ分解能にぼかす。ぼかしによる粗い画像データS13から信号成分のみを含む粗い画像データS11を差分することにより、散乱成分のみを含む粗い画像データS13を生成し、それをファイン化してから、細かい画像データS13から差分することで、散乱成分を含まない細かい画像データS13を生成することができる。他方のL側の画像処理に関しては(5-2)と等価である。

【0062】

(6-3) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:共通信号線)+空間補間+ぼかし

方式は、上記(5-3)に対して画像処理について相違する。本方式(6-3)では、上記(6-1)と同様に、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる画像データS13の分解能を、間引き又は局所平均化処理により、粗い画像データS11と同じ分解能にぼかす。ぼかしによる粗い画像データS13から信号成分のみを含む粗い画像データS11を差分することにより、散乱成分のみを含む粗い画像データS13を生成し、それをファイン化してから、細かい画像データS13から差分することで、散乱成分を含まない細かい画像データS13を生成することができる。他方のL側の画像処理に関しては(5-3)と等価である。

【0063】

(7-1) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+2段構成+ぼかしのアルゴリズム変形

方式は、上記(6-1)に対して画像処理のぼかしのアルゴリズムについて相違する。上記(6-1)では、信号成分と散乱成分との両方を含んでいる画像データS13の分解能を、間引き又は局所平均化処理によりぼかした粗い画像データS13から信号成分のみを含む粗い画像データS11を差分することにより、散乱成分のみを含む粗い画像データS13を生成し、それをファイン化してから

、細かい画像データ S 1 3 から差分する。それに対して本方式（7-1）では、信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 をファイン化してから、それを信号成分と散乱成分との両方を含んでいる細かい画像データ S 1 3 から差分することで、散乱成分のみを含む細かい画像データ S 1 3 を生成し、それを細かい画像データ S 1 3 から差分する。

【 0 0 6 4 】

（7-2）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（1 段構成：独立信号線）＋ぼかしのアルゴリズム変形

方式は、上記（6-2）に対して画像処理のぼかしのアルゴリズムについて相違する。上記（6-2）とは、ファイン化と差分との順番が逆転する。つまり、本方式（7-2）では、信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 をファイン化してから、それを信号成分と散乱成分との両方を含んでいる細かい画像データ S 1 3 から差分することで、散乱成分のみを含む細かい画像データ S 1 3 を生成し、それを細かい画像データ S 1 3 から差分する。

【 0 0 6 5 】

（7-3）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（1 段構成：独立信号線）＋ぼかしのアルゴリズム変形

方式は、上記（6-3）に対して画像処理のぼかしのアルゴリズムについて相違する。上記（6-3）とは、ファイン化と差分との順番が逆転する。つまり、本方式（7-3）では、信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 をファイン化してから、それを信号成分と散乱成分との両方を含んでいる細かい画像データ S 1 3 から差分することで、散乱成分のみを含む細かい画像データ S 1 3 を生成し、それを細かい画像データ S 1 3 から差分する。

【 0 0 6 6 】

（8-1）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（1 段構成：独立信号線）＋再利用再構成

方式は、上記（5-2）に対して空間補間に代えて再利用再構成を用いる点で相違する。上記（5-2）では、差分により生成した散乱成分を含まない細かい画像データ S 1 3 に対して空間補間をかけることにより、欠落していた特定画素

のデータを埋めるものである。本方式（８－１）では、差分により生成した散乱成分を含まない細かい画像データ S 1 3 の欠落していた特定画素のデータを、期間（２）に読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 により埋めるものである。

【 0 0 6 7 】

L 側に関しては、欠落補充のために用いる信号成分のみを含む粗い画像データを、期間（４）に読み出した散乱成分と信号成分とを含む粗い画像データ S 2 2 から、期間（２）に読み出した散乱成分のみを含む粗い画像データ S 2 1 を差分することにより生成する。この生成した信号成分のみを含む粗い画像データにより、差分により生成した散乱成分を含まない細かい画像データ S 2 3 の欠落していた特定画素のデータを埋める。

【 0 0 6 8 】

（８－２）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：共通信号線）＋再利用再構成

方式は、上記（５－３）に対して空間補間に代えて再利用再構成を用いる点で相違する。上記（５－３）では、差分により生成した散乱成分を含まない細かい画像データ S 1 3 に対して空間補間をかけることにより、欠落していた特定画素のデータを埋めるものである。本方式（８－２）では、差分により生成した散乱成分を含まない細かい画像データ S 1 3 の欠落していた特定画素のデータを、期間（２）に読み出した信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 により埋めるものである。

【 0 0 6 9 】

L 側に関しては、欠落補充のために用いる信号成分のみを含む粗い画像データを、期間（４）に読み出した散乱成分と信号成分とを含む粗い画像データ S 2 2 から、期間（２）に読み出した散乱成分のみを含む粗い画像データ S 2 1 を差分することにより生成する。この生成した信号成分のみを含む粗い画像データにより、差分により生成した散乱成分を含まない細かい画像データ S 2 3 の欠落していた特定画素のデータを埋める。

【 0 0 7 0 】

(9-1) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:独立信号線)+再利用再構成+ぼかし

本方式は、上記(8-1)に対して次の点で相違する。つまり、上記(8-1)では、期間(4)の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データS13と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを、期間(2)の信号成分のみを含む粗い画像データS11と、期間(4)の信号成分と散乱成分とを含む粗い画像データS12との差分により散乱線のみを含む粗い画像データを生成し、それをファイン化することにより生成するものである。本方式(9-1)では、期間(4)の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データS13をぼかしにより粗い分解能に変換し、その変換により生成した信号成分と散乱成分とを含む粗い画像データから、期間(2)の信号成分のみを含む粗い画像データS11を差分することにより、期間(4)の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データS13と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成する。

【0071】

L側に関しても同様で、期間(4)の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データS23をぼかしにより粗い分解能に変換し、その変換により生成した信号成分と散乱成分とを含む粗い画像データS23から、期間(2)の信号成分のみを含む粗い画像データS21を差分することにより、期間(4)の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データS23と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成する。

【0072】

(9-2) 電圧読出方式+フレーム毎フラッシュ+一部独立読出(1段構成:共通信号線)+再利用再構成+ぼかし

本方式は、上記(8-2)に対して次の点で相違する。つまり、上記(8-2)では、期間(4)の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データS13と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを、期間(2)の信号成分のみを含む粗い画像データS11と、期間(4)の信号成分と散乱成分とを含む粗い画像データS12との差分により散乱線のみを含む粗い画像データを生成し、それをファイン化することにより生成するものである。本方式(9-2)では、

期間（４）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 をぼかしにより粗い分解能に変換し、その変換により生成した信号成分と散乱成分とを含む粗い画像データから、期間（２）の信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 を差分することにより、期間（４）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成する。

【 0 0 7 3 】

L 側に関しても同様で、期間（４）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 2 3 をぼかしにより粗い分解能に変換し、その変換により生成した信号成分と散乱成分とを含む粗い画像データ S 2 3 から、期間（２）の信号成分のみを含む粗い画像データ S 2 1 を差分することにより、期間（４）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 2 3 と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成する。

【 0 0 7 4 】

（１０－１）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：独立信号線）＋再利用再構成＋ぼかしのアルゴリズム変形

本方式は、上記（９－１）に対して次の点で相違する。つまり、上記（９－１）では、期間（４）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 をぼかしにより粗い分解能に変換し、その変換により生成した信号成分と散乱成分とを含む粗い画像データから、期間（２）の信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 を差分することにより、期間（４）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成するものである。

【 0 0 7 5 】

それに対して本方式（１０－１）では、期間（２）の信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 をファイン化し、それにより生成した信号成分のみを含む細かい画像データを、期間（４）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 から差分することにより、期間（４）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成するものである。

【 0 0 7 6 】

L側に関しても同様に、期間（2）の信号成分のみを含む粗い画像データ S 2 1 をファイン化し、それにより生成した信号成分のみを含む細かい画像データを、期間（4）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 2 3 から差分することにより、期間（4）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 2 3 と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成するものである。

【 0 0 7 7 】

（10-2）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（1段構成：共通信号線）＋再利用再構成＋ぼかしアルゴリズム変形

本方式は、上記（9-2）に対して次の点で相違する。つまり、上記（9-2）では、期間（4）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 をぼかしにより粗い分解能に変換し、その変換により生成した信号成分と散乱成分とを含む粗い画像データから、期間（2）の信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 を差分することにより、期間（4）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成するものである。

【 0 0 7 8 】

それに対して本方式（10-2）では、期間（2）の信号成分のみを含む粗い画像データ S 1 1 をファイン化し、それにより生成した信号成分のみを含む細かい画像データを、期間（4）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 から差分することにより、期間（4）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 1 3 と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成するものである。

【 0 0 7 9 】

L側に関しても同様に、期間（2）の信号成分のみを含む粗い画像データ S 2 1 をファイン化し、それにより生成した信号成分のみを含む細かい画像データを、期間（4）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 2 3 から差分することにより、期間（4）の信号成分と散乱成分とを含む細かい画像データ S 2

3 と差分するための散乱成分のみを含む細かい画像データを生成するものである。

【0080】

(変形例)

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することが可能である。さらに、上記実施形態には種々の段階が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されてもよい。

【0081】

【発明の効果】

本発明によれば、バイプレーン型のX線撮影装置において、散乱線の影響を軽減し且つフレームレートを向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係るX線撮影装置の構成図。

【図2】

本実施形態において、基本的な撮影シーケンスを示す図。

【図3】

図2の補足図。

【図4】

図2の各期間の一例を示す図。

【図5】

図1のX線検出器の2段構成の例を示す図。

【図6】

図1のX線検出器の2段構成の他の例を示す図。

【図7】

図1のX線検出器の2段構成のさらに他の例を示す図。

【図8】

図 1 の X 線検出器の 2 段構成のさらに他の例を示す図。

【図 9】

本実施形態において、方式（1－1）電荷読出方式＋2 段構成、（1－2）電荷読出方式＋一部独立読出（1 段構成：独立信号線）＋空間補間、（1－3）電荷読出方式＋一部独立読出（1 段構成：共通信号線）＋空間補間に関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 1 0】

図 1 の X 線検出器の 1 段構成（独立信号線）の例を示す図。

【図 1 1】

図 1 の X 線検出器の 1 段構成（共通信号線）の例を示す図。

【図 1 2】

図 1 の X 線検出器の 1 段構成（共通信号線）の他の例を示す図。

【図 1 3】

本実施形態において、方式（2－1）電荷読出方式＋一部独立読出（1 段構成：独立信号線）＋再利用再構成、（2－2）電荷読出方式＋一部独立読出（1 段構成：共通信号線）＋再利用再構成に関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 1 4】

本実施形態において、方式（3－1）電圧読出方式＋読出毎フラッシュ＋2 段構成、（3－2）電圧読出方式＋読出毎フラッシュ＋一部独立読出（1 段構成：独立信号線）＋空間補間、（3－3）電圧読出方式＋読出毎フラッシュ＋一部独立読出（1 段構成：共通信号線）＋空間補間に関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 1 5】

本実施形態において、方式（4－1）電圧読出方式＋読出毎フラッシュ＋一部独立読出（1 段構成：独立信号線）＋再利用再構成、（4－2）電圧読出方式＋読出毎フラッシュ＋一部独立読出（1 段構成：共通信号線）＋再利用再構成に関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 1 6】

本実施形態において、方式（５－１）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋２段構成、（５－２）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：独立信号線）＋空間補間、（５－３）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：共通信号線）＋空間補間に関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 1 7】

本実施形態において、方式（６－１）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋２段構成＋ぼかし、（６－２）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：独立信号線）＋空間補間＋ぼかし、（６－３）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：共通信号線）＋空間補間＋ぼかしに関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 1 8】

本実施形態において、方式（７－１）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋２段構成＋ぼかしのアルゴリズム変形、（７－２）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：独立信号線）＋空間補間＋ぼかしのアルゴリズム変形、（７－３）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：共通信号線）＋空間補間＋ぼかしのアルゴリズム変形に関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 1 9】

本実施形態において、方式（８－１）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：独立信号線）＋再利用再構成、（８－２）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：共通信号線）＋再利用再構成に関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 2 0】

本実施形態において、方式（９－１）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：独立信号線）＋再利用再構成＋ぼかし、（９－２）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：共通信号線）＋再利用再構成＋ぼかしに関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 2 1】

本実施形態において、方式（１０－１）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：独立信号線）＋再利用再構成＋ぼかしのアルゴリズム変形、（１０－２）電圧読出方式＋フレーム毎フラッシュ＋一部独立読出（１段構成：共通信号線）＋再利用再構成＋ぼかしのアルゴリズム変形に関する撮影シーケンスと画像処理を示す図。

【図 2 2】

散乱線が他方の側の検出器に入射する様子を示す模式図。

【図 2 3】

従来の撮影シーケンスを示す図。

【図 2 4】

図 2 3 の補足図。

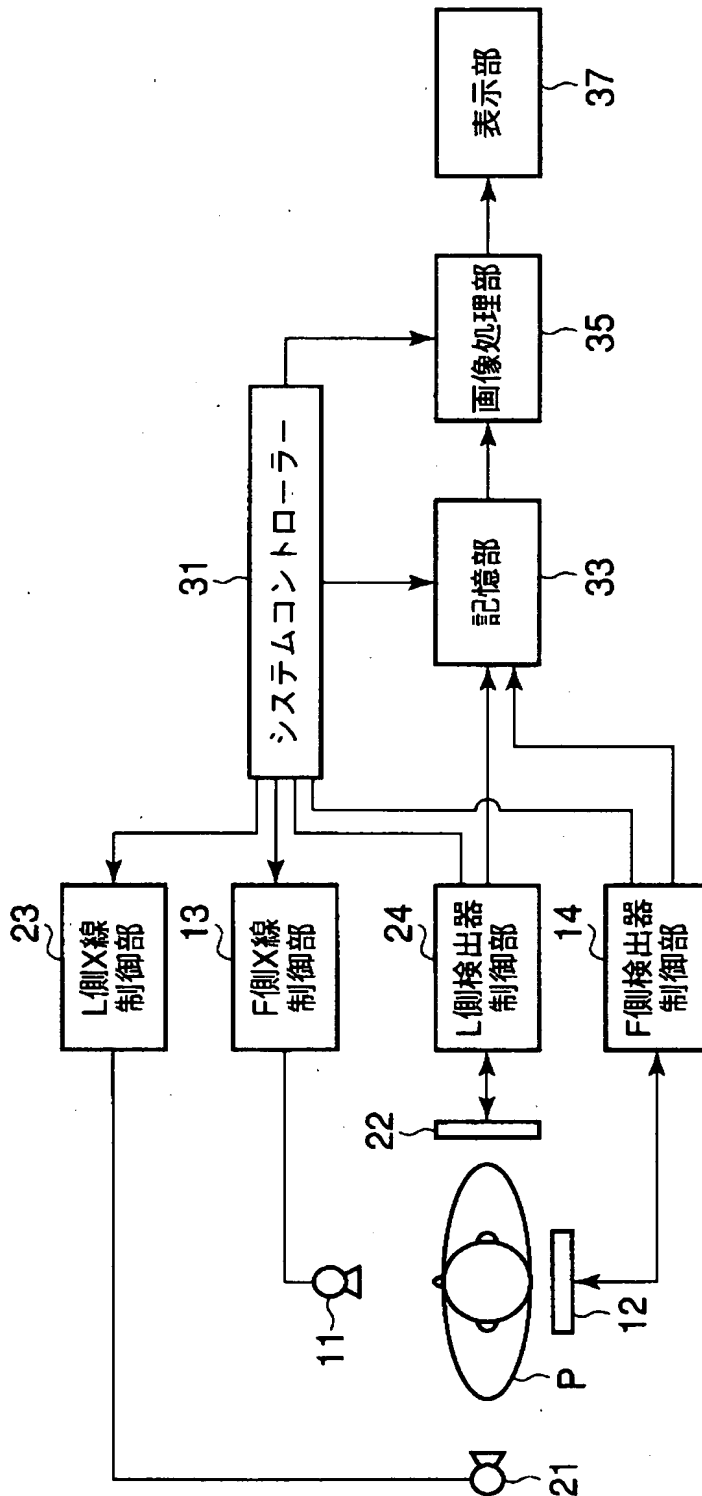
【符号の説明】

- 1 1 …正面系の X 線管、
- 1 2 …正面系の X 線検出器、
- 1 3 …正面系の X 線制御部、
- 1 4 …正面系の検出器制御部、
- 2 1 …側面系の X 線管、
- 2 2 …側面系の X 線検出器、
- 2 3 …側面系の X 線制御部、
- 2 4 …側面系の検出器制御部、
- 3 1 …システムコントローラー、
- 3 3 …記憶部、
- 3 5 …画像処理部、
- 3 7 …表示部。

【書類名】

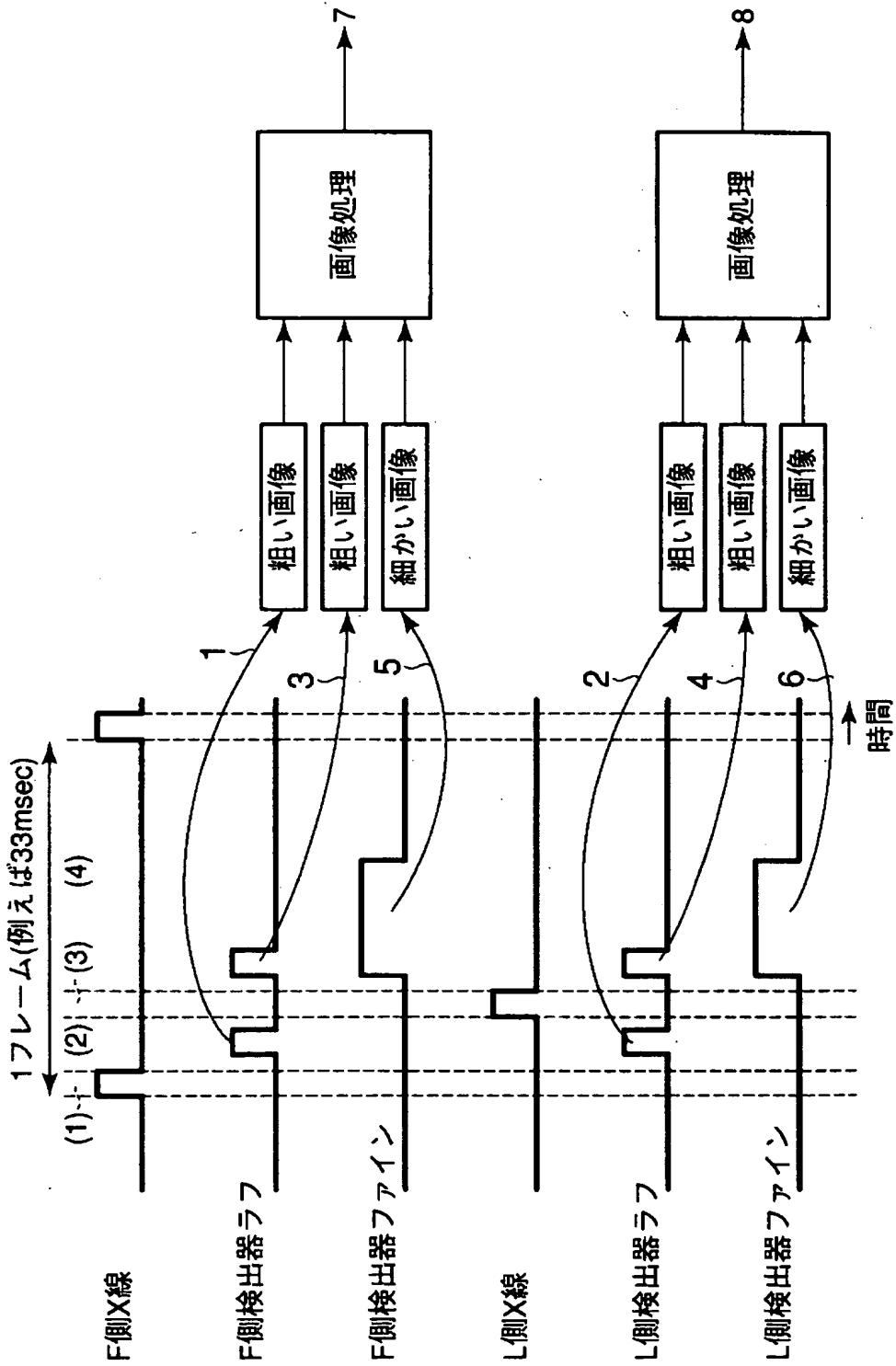
図面

【図 1】

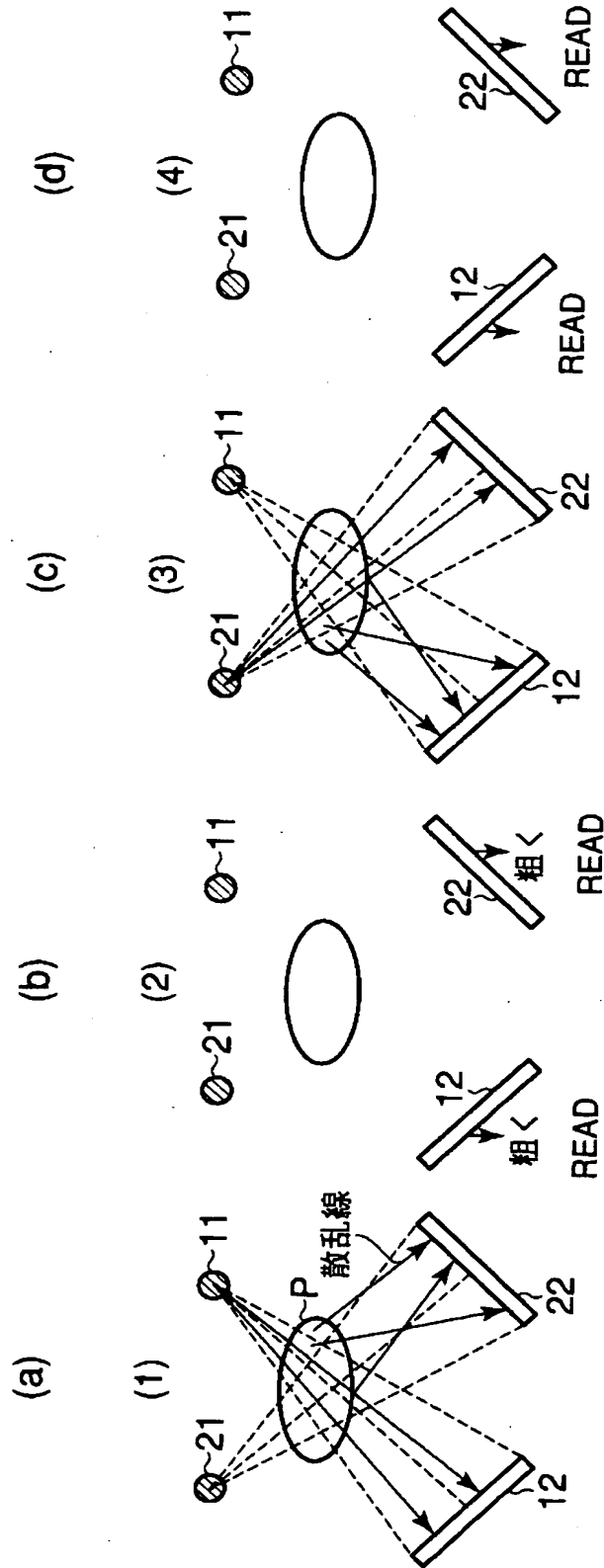


【図 2】

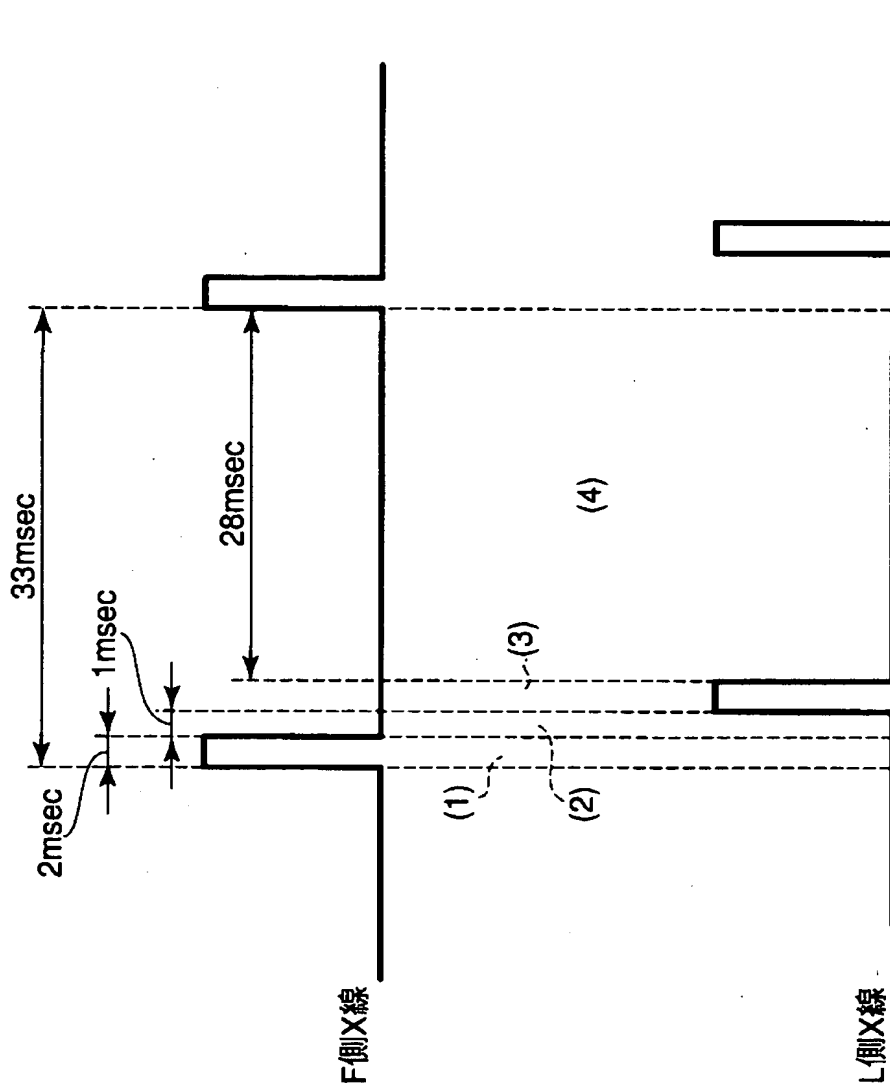
平面検出器、第1ショット後に荒い画像を、第2ショット後に荒い画像と細かい画像を読み、画像処理して散乱線の画像を生成する



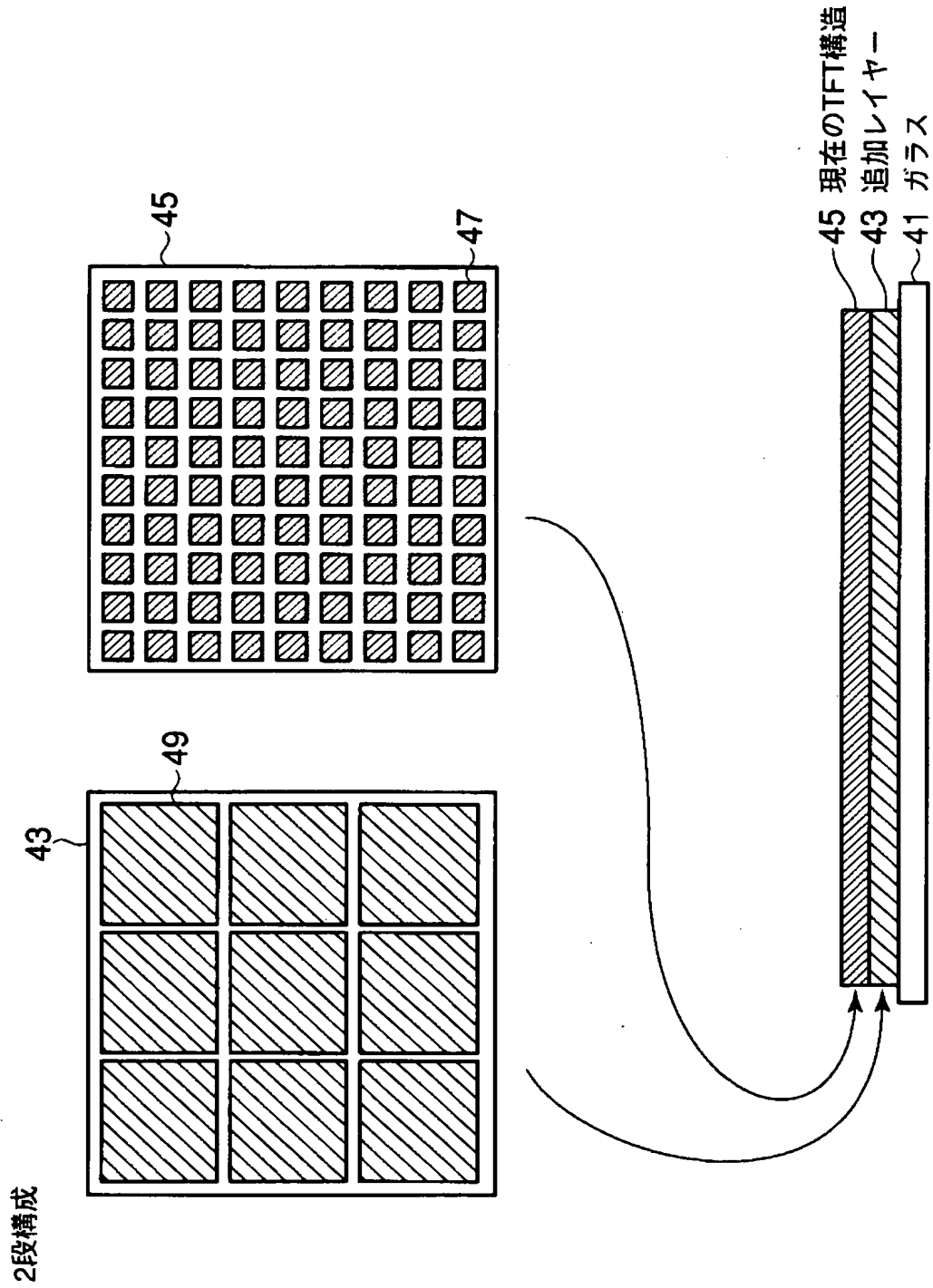
【図 3】



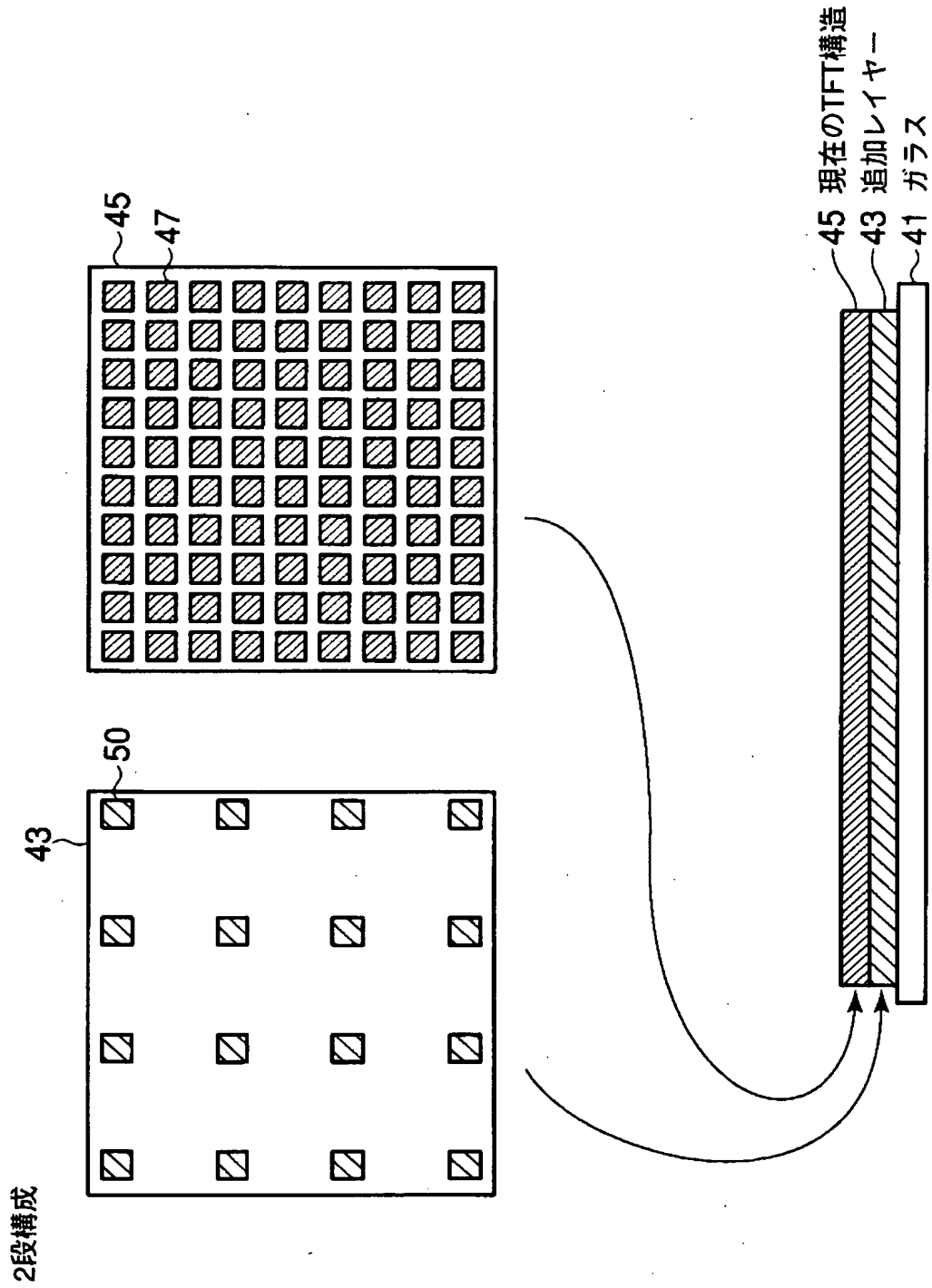
【図 4】



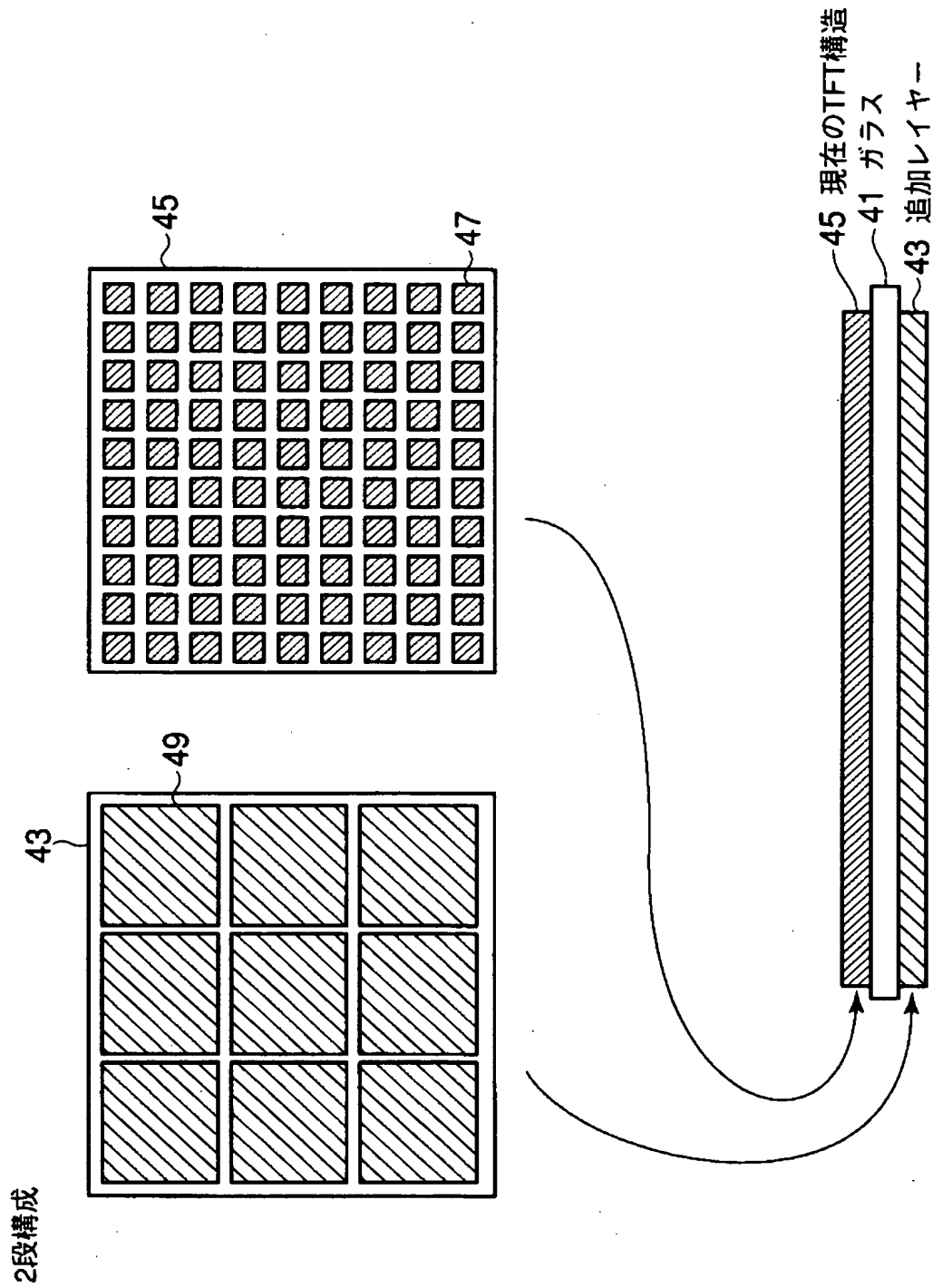
【図 5】



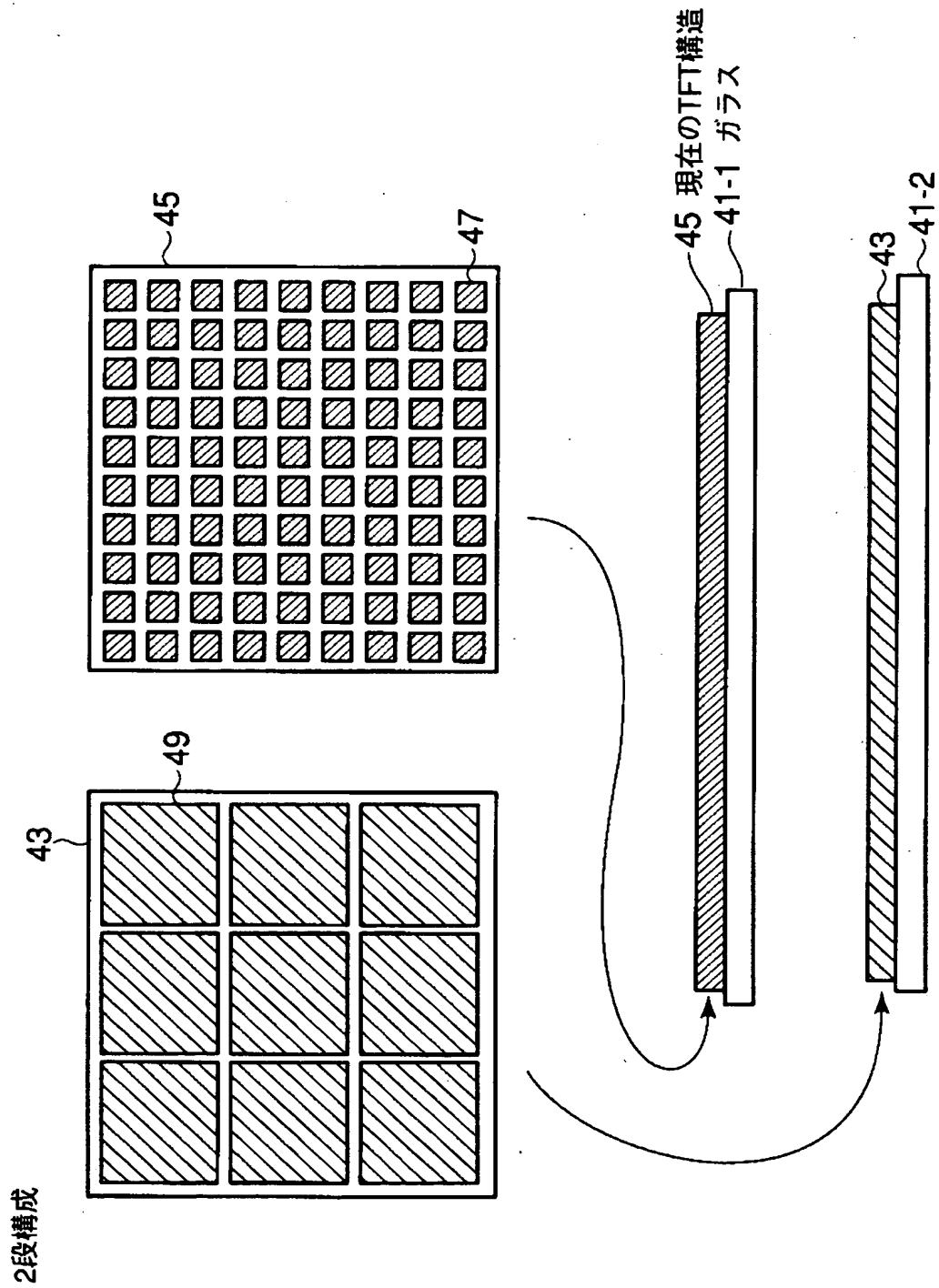
【図 6】



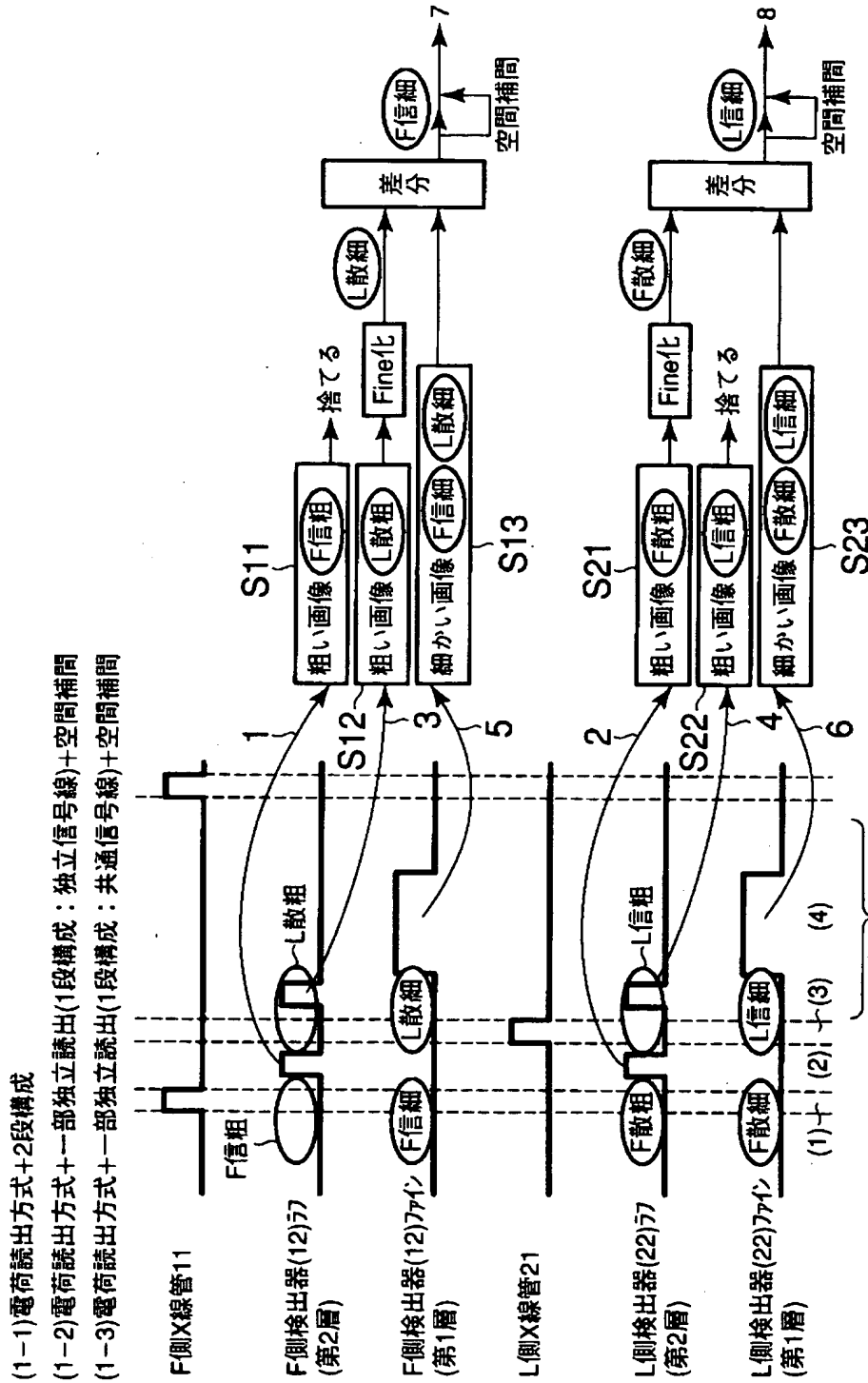
【図 7】



【図 8】



【図 9】

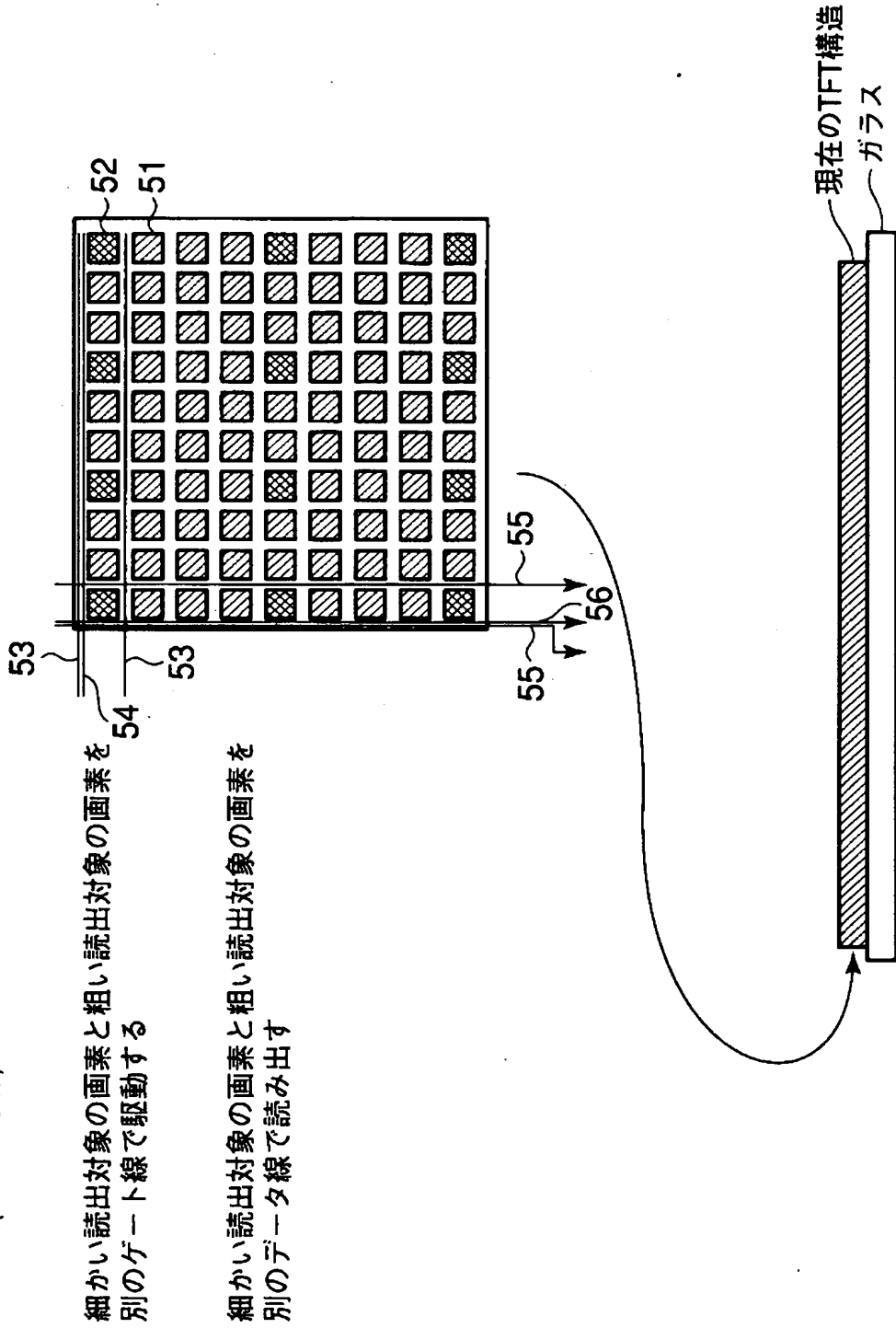


2段構成および独立信号線の場合は、77を読む動作と77インを読む動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は同時に読むことが出来ない。

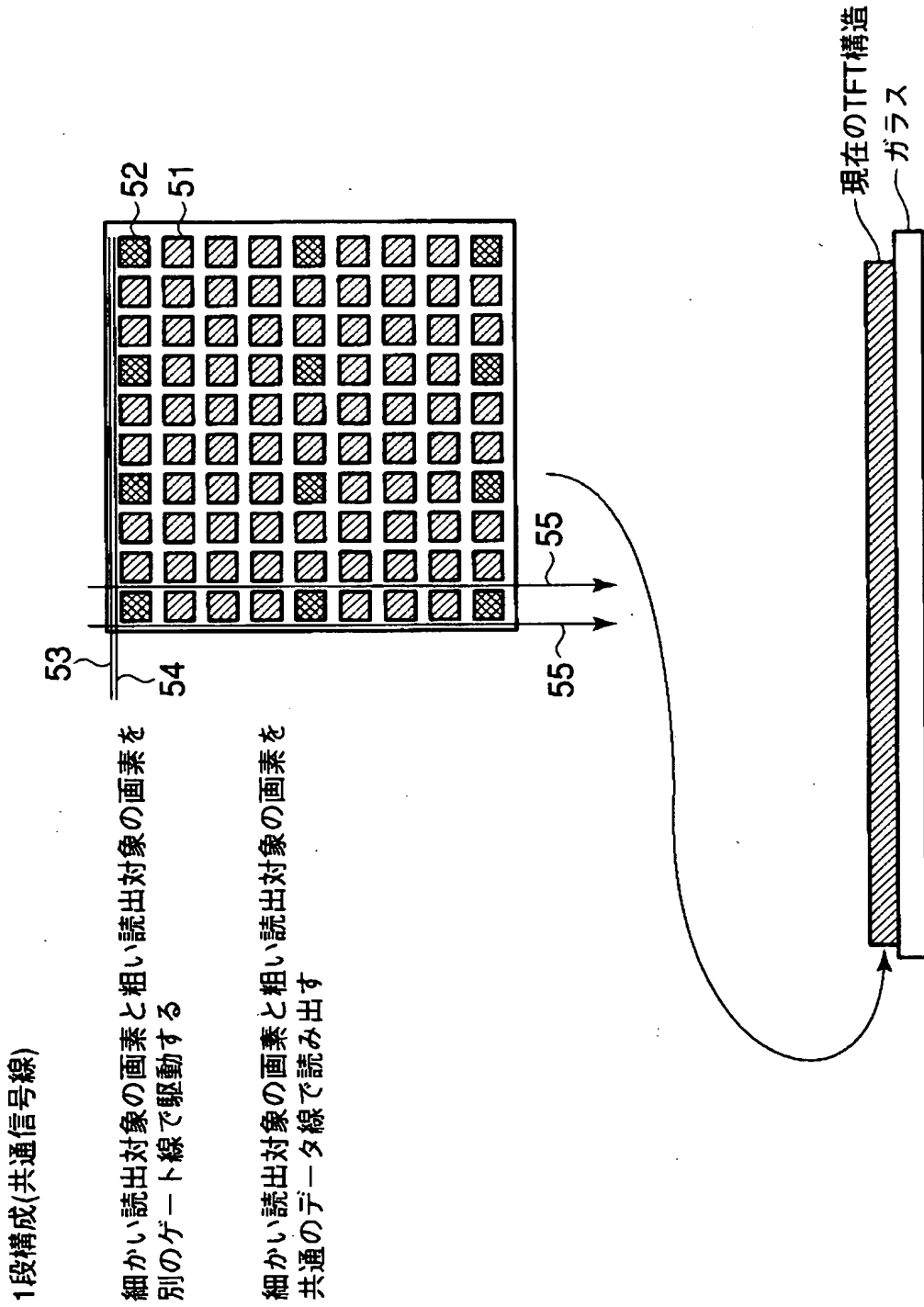
共通信号線の場合には、この図では77を先に読んで、次に77インを読むとしたが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全77インを読み、全77インを読み終わってから77と77インを分けるような方法でもよい。

【図 1 0】

1段構成(独立信号線)



【図 1 1】

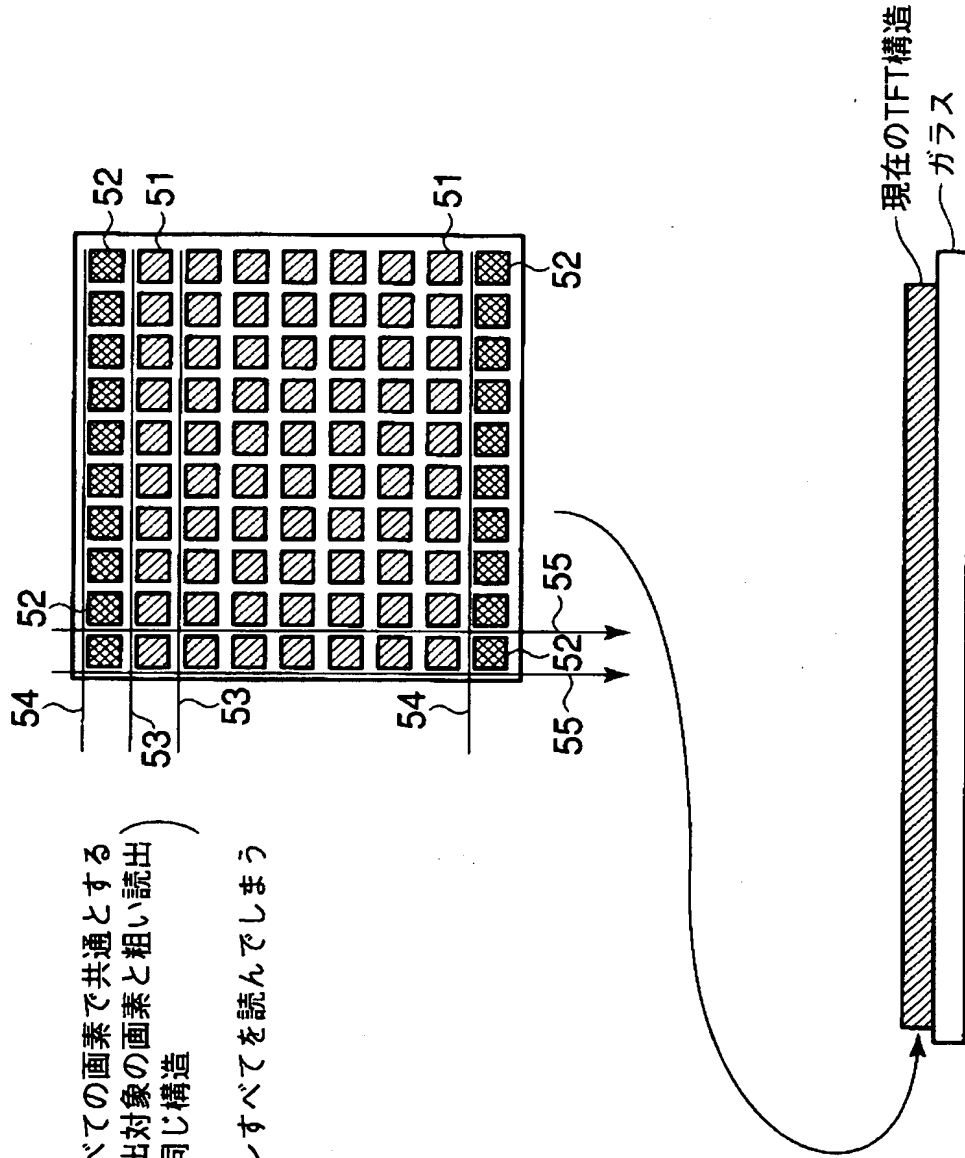


【図 1 2】

1段構成(共通信号線)

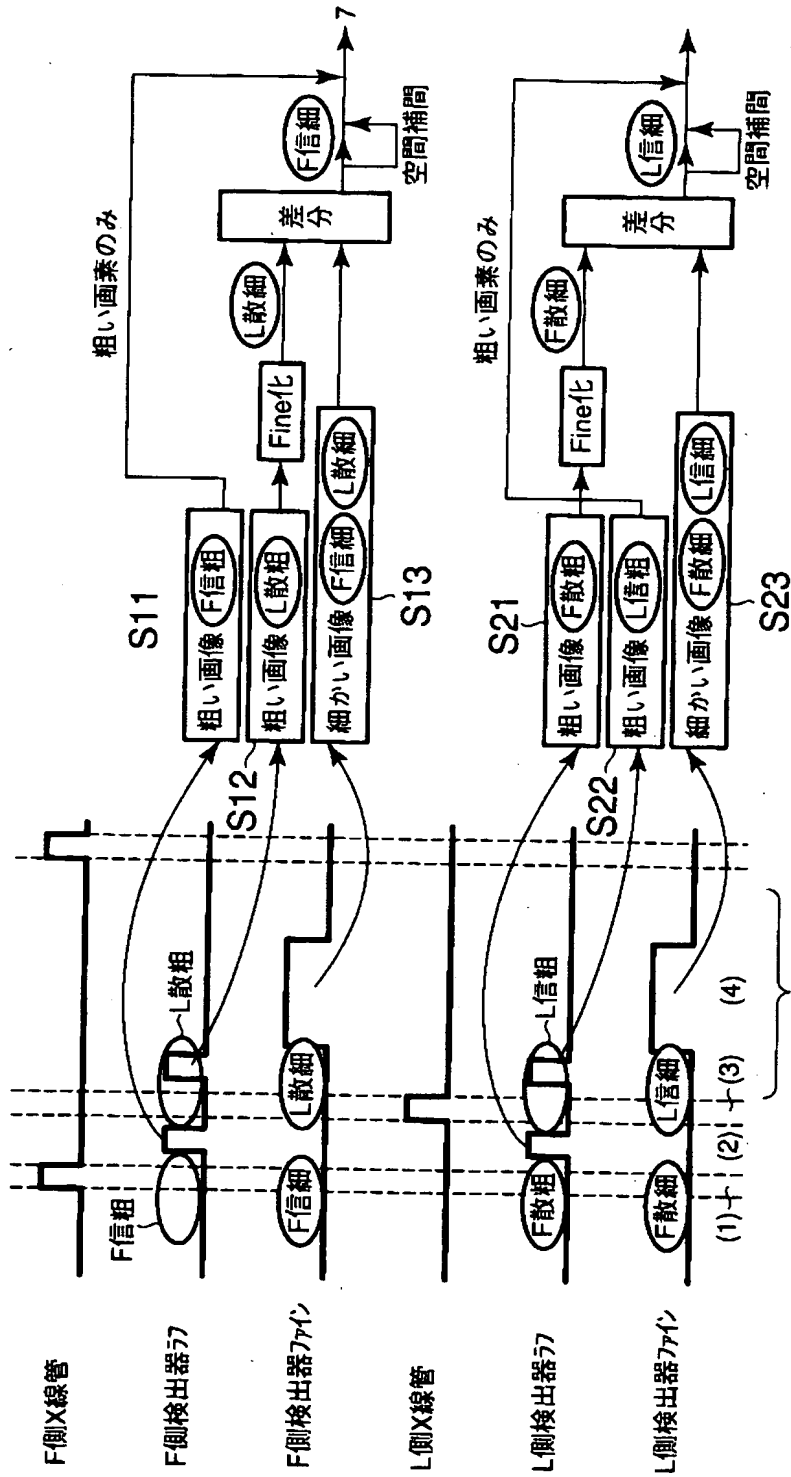
画素構造はすべての画素で共通とする
(図の細かい読出対象の画素と粗い読出
対象の画素も同じ構造

選択するラインすべてを読んでしまう



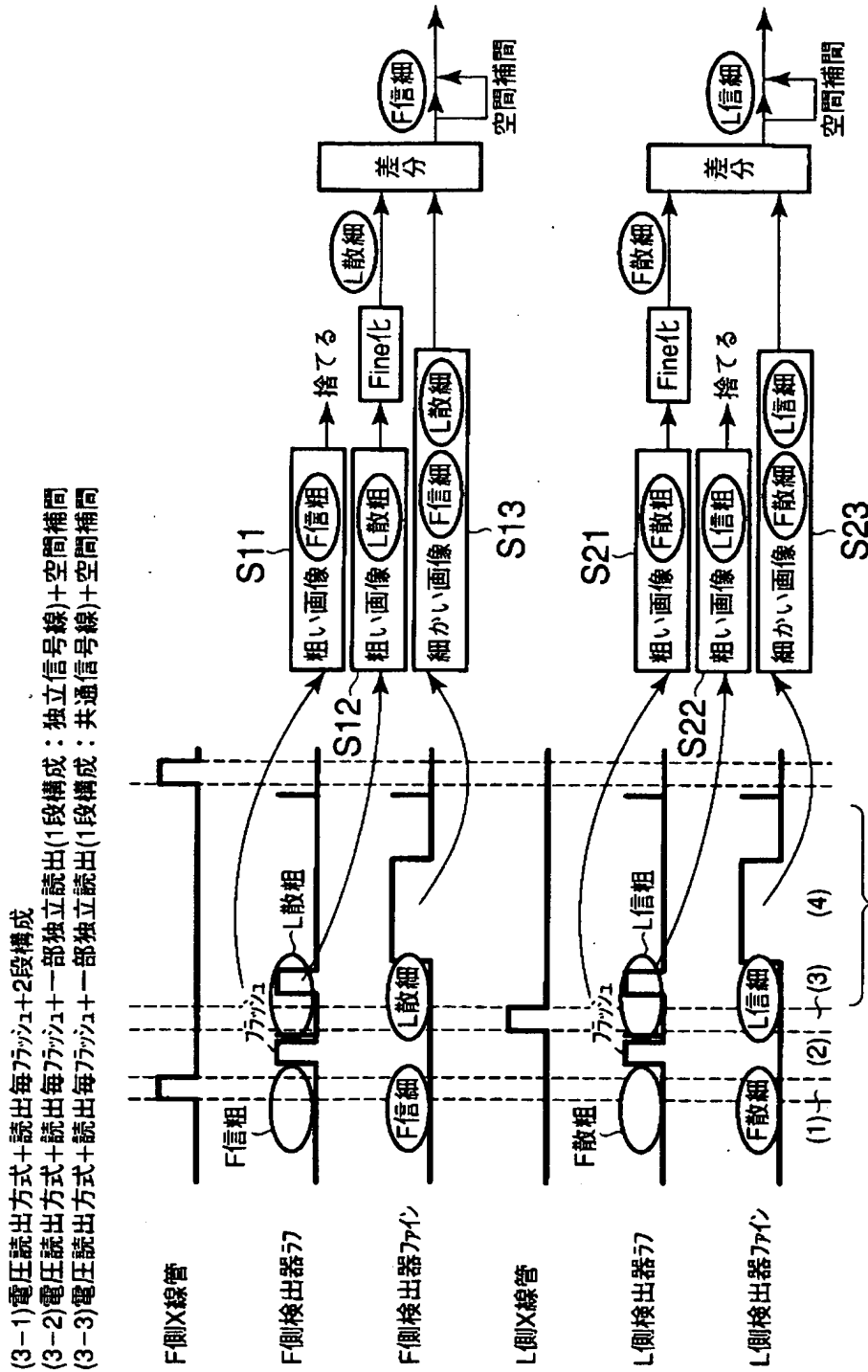
【図 13】

(2-1)電荷読出方式+一部独立読出(1段構成：独立信号線)+再利用再構成
 (2-2)電荷読出方式+一部独立読出(1段構成：共通信号線)+再利用再構成



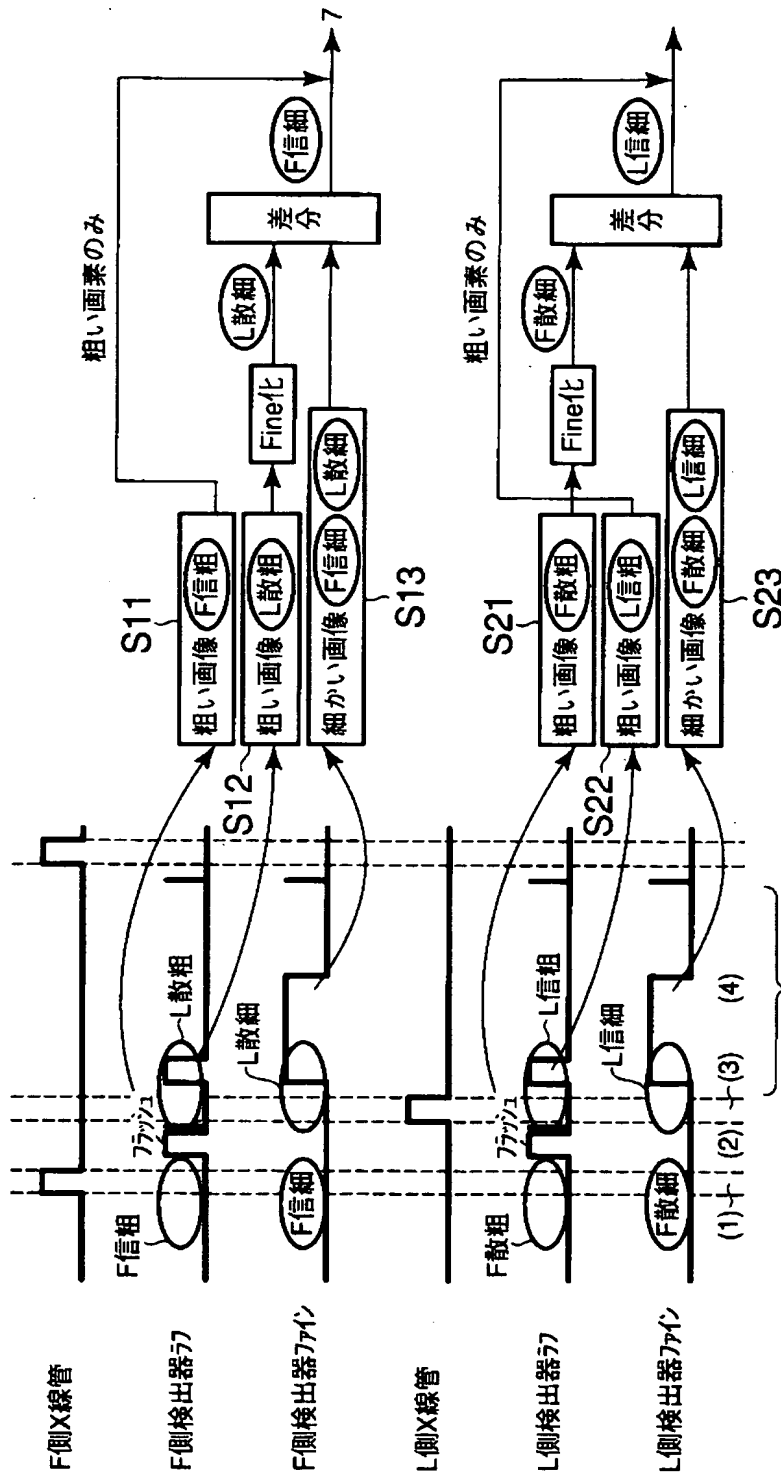
独立信号線の場合は、 γ を読む動作と β を読む動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は同時に読むことが出来ない。
 共通信号線の場合には、この図では γ を先に読んで、次に β を読むとしたが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全 γ を読み、全 β を読み終わってから γ と β を分けるような方法でもよい。

【図 1 4】



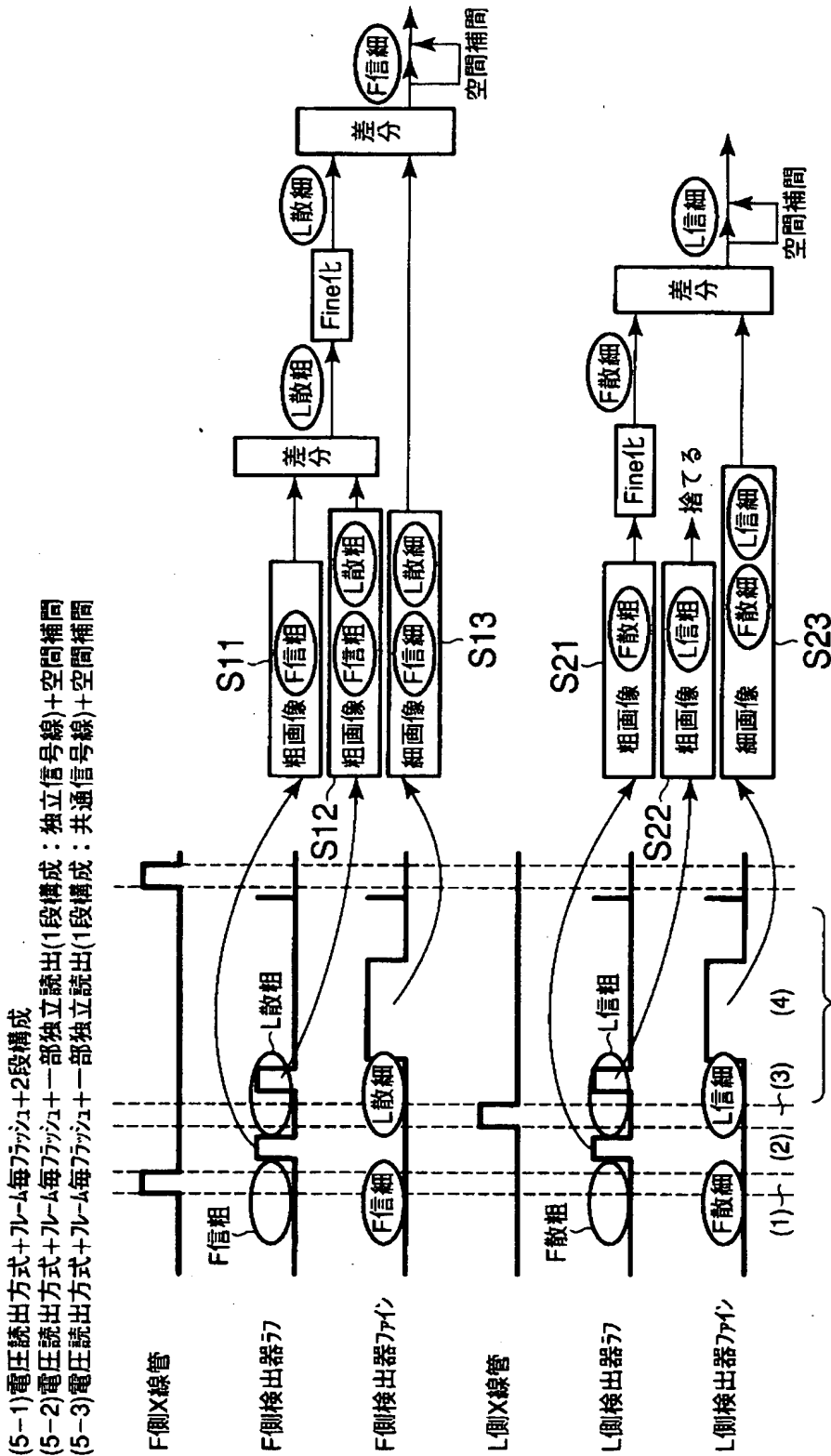
【図 1 5】

(4-1) 電圧読出方式+読出毎フリップ+一部独立読出(1段構成)+独立信号線+再利用再構成
 (4-2) 電圧読出方式+読出毎フリップ+一部独立読出(1段構成)+共通信号線+再利用再構成



独立信号線の場合は、フリップを読む動作とフリップを読む動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は同時に読むことが出来ない。
 共通信号線の場合には、この図ではフリップを先に読んで、次にフリップを読むとしたが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全フリップを読み、全フリップが終わってからフリップとフリップを分けるような方法でもよい

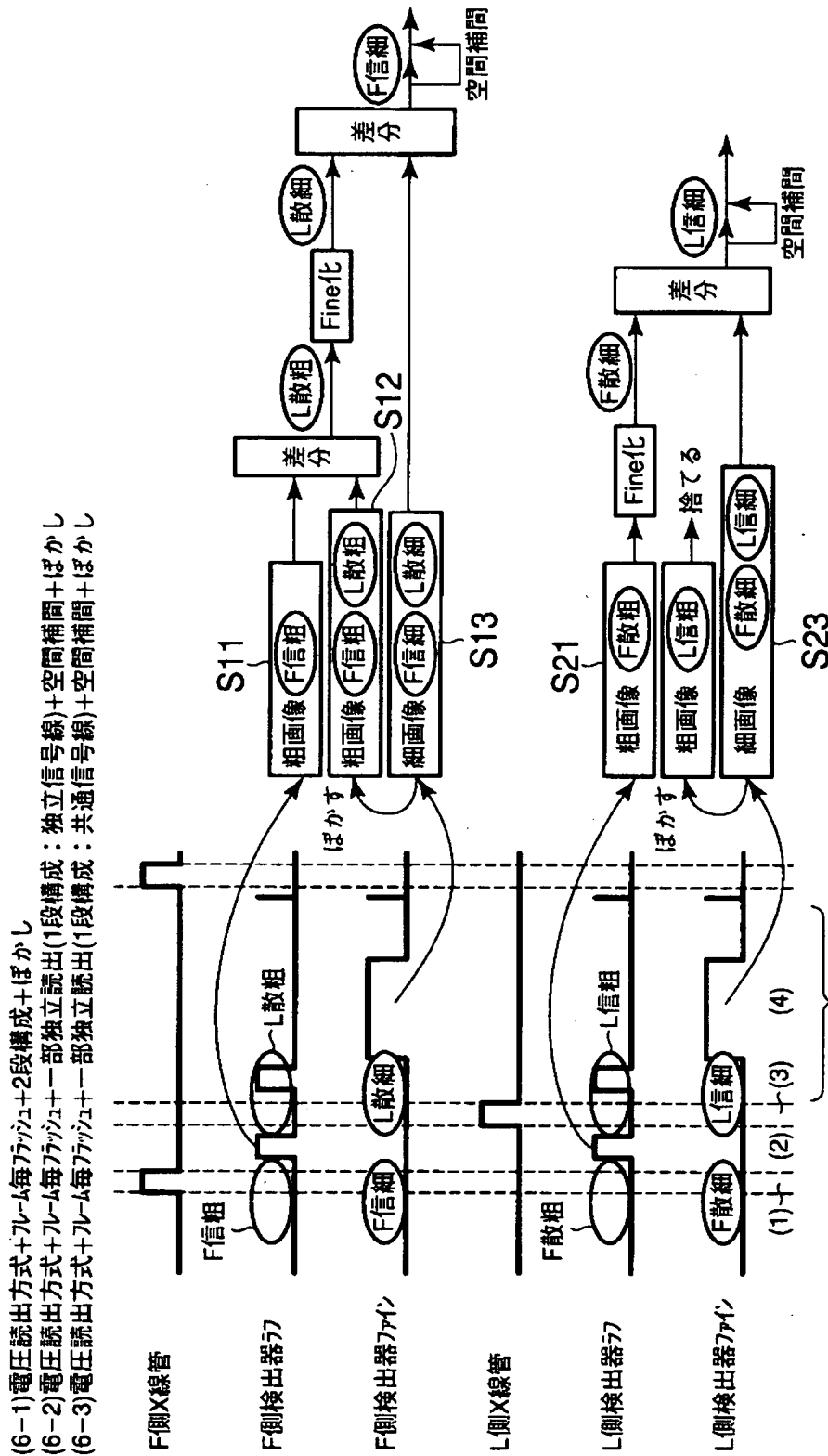
【図 1 6】



2段構成および独立信号線の場合は、77を読む動作と77を読む動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は同時に読むことが出来ない。

共通信号線の場合には、この図では77を先に読んで、次に77を読むとしたが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全77を読み、全77を読み終わってからの77と77を分けるような方法でもよい。

【図 1 7】

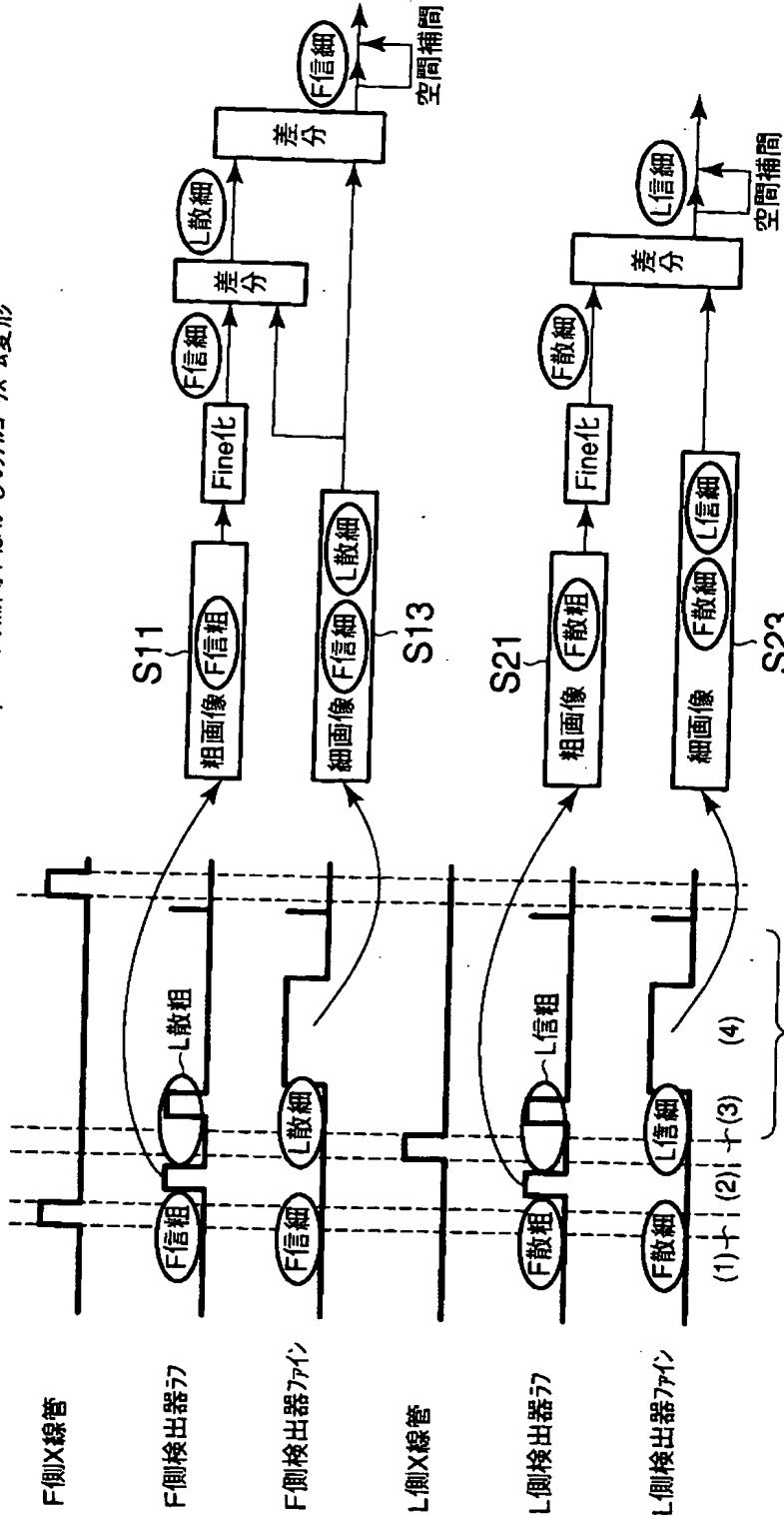


2段構成および独立信号線の場合は、7Fを読む動作と7ラインを読む動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は7Fを読むことが出来ない。

共通信号線の場合には、この図では7Fを先に読んで、次に7ラインを読むとしたが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全ラインを読み、全ラインが終わってから7Fと7ラインを分けるような方法でもよい。

【図 1 8】

- (7-1) 電圧読出方式+フル4毎7ラッシュ+2段構成+ぼかしのアルゴリズム変形
 (7-2) 電圧読出方式+フル4毎7ラッシュ+一部独立読出(1段構成：独立信号線)+空間補間+ぼかしのアルゴリズム変形
 (7-3) 電圧読出方式+フル4毎7ラッシュ+一部独立読出(1段構成：共通信号線)+空間補間+ぼかしのアルゴリズム変形

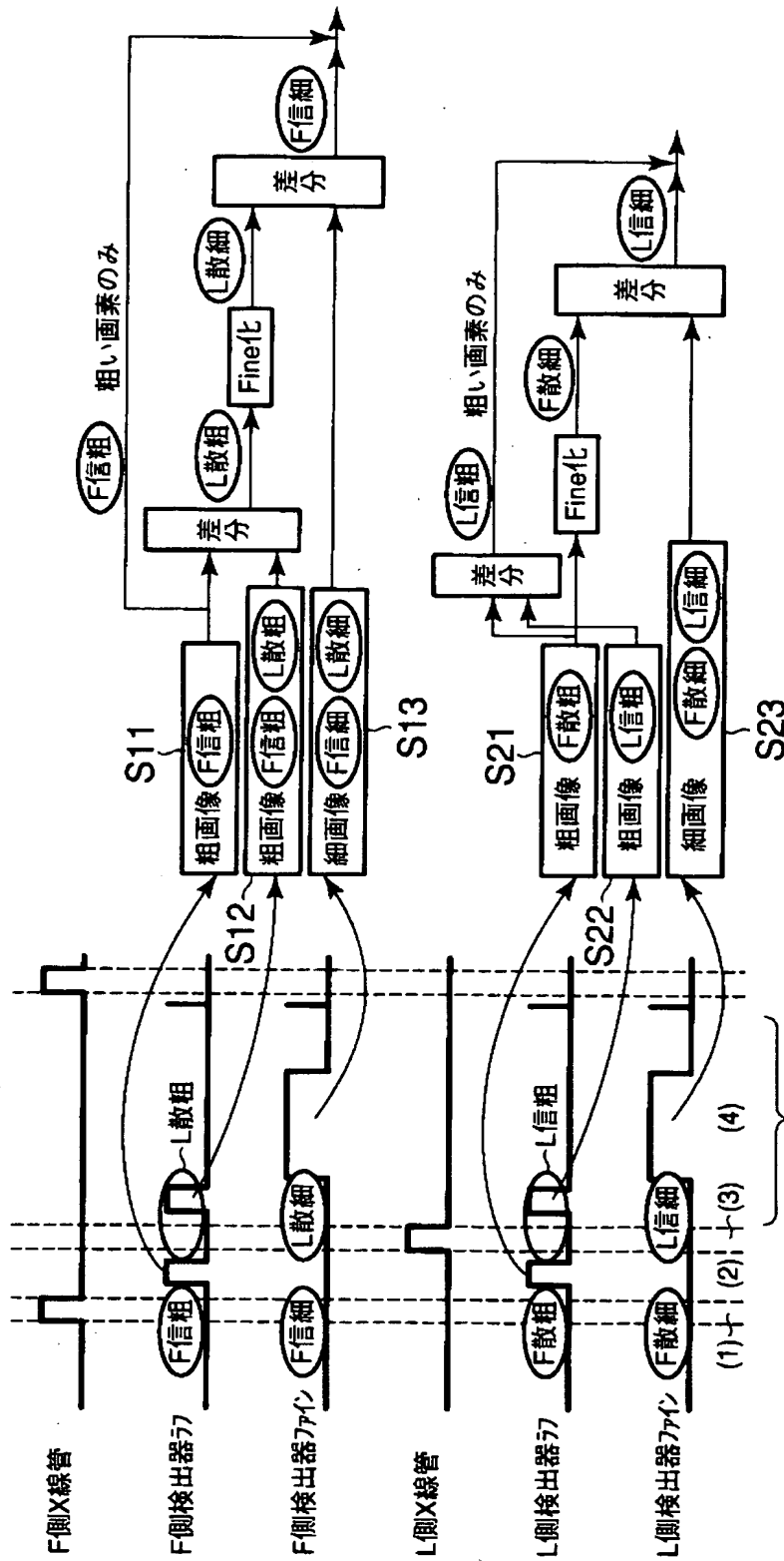


2段構成および独立信号線の場合は、77を読む動作と77を読む動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は同時に読むことが出来ない。

共通信号線の場合には、この図では77を先に読んで、次に77を読むとしたが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全77を読み、全77を読み終わってからの77と77を分けるような方法でもよい。

【図 1 9】

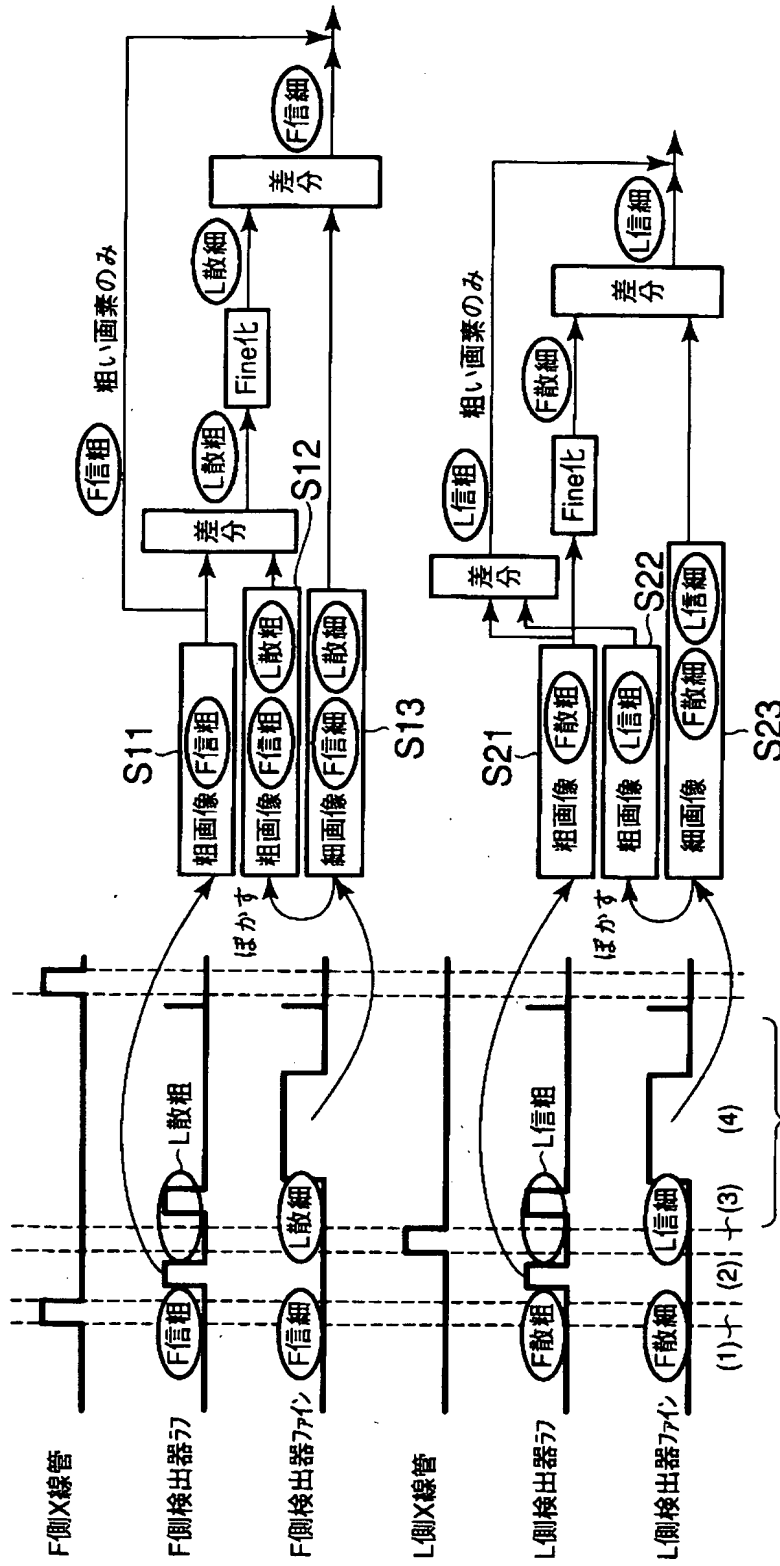
(8-1)電圧読出方式+7μm毎7ライン+一部独立読出(1段構成：独立信号線)+再利用再構成
(8-2)電圧読出方式+7μm毎7ライン+一部独立読出(1段構成：共通信号線)+再利用再構成



独立信号線の場合は、7μmを読む動作と7ラインを読む動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は7ラインを先に読んで、次に7μmを読むとしたが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全ラインを読み、全7μmを読み終わってからの7ラインと7μmを分けるような方法でもよい。

【図 2 0】

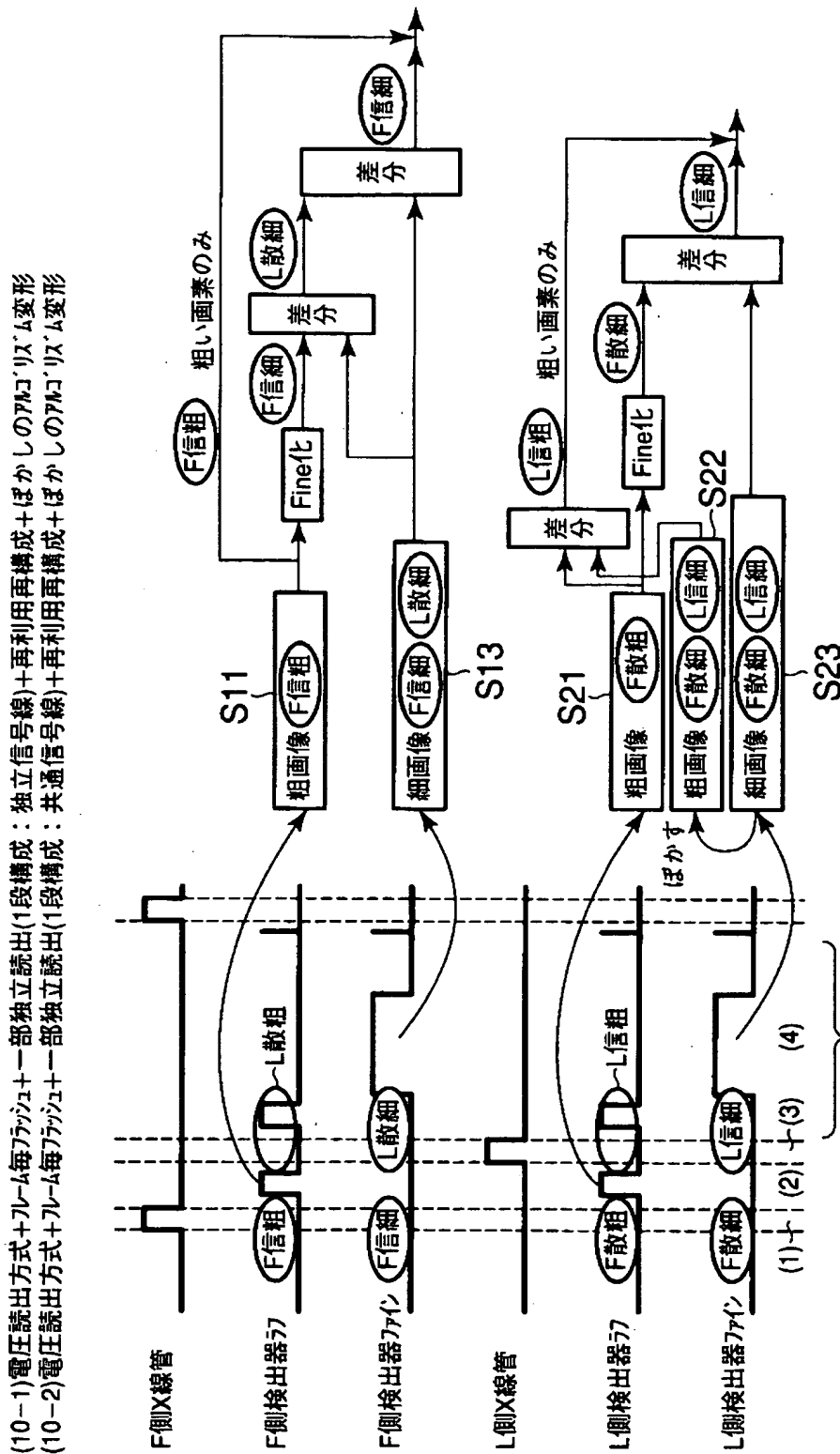
(8-1)電圧読出方式+フレーム毎フリップ+一部独立読出(1段構成：独立信号線)+再利用再構成+ぼかし
 (8-2)電圧読出方式+フレーム毎フリップ+一部独立読出(1段構成：共通信号線)+再利用再構成+ぼかし



独立信号線の場合は、フリップを読み動作とフリップを読み動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は同時に読むことが出来ない。

共通信号線の場合は、この図ではフリップを先に読んで、次にフリップを読み終わるが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全ラインを読み、全ラインを読み終わってからフリップとフリップを分けるような方法でもよい。

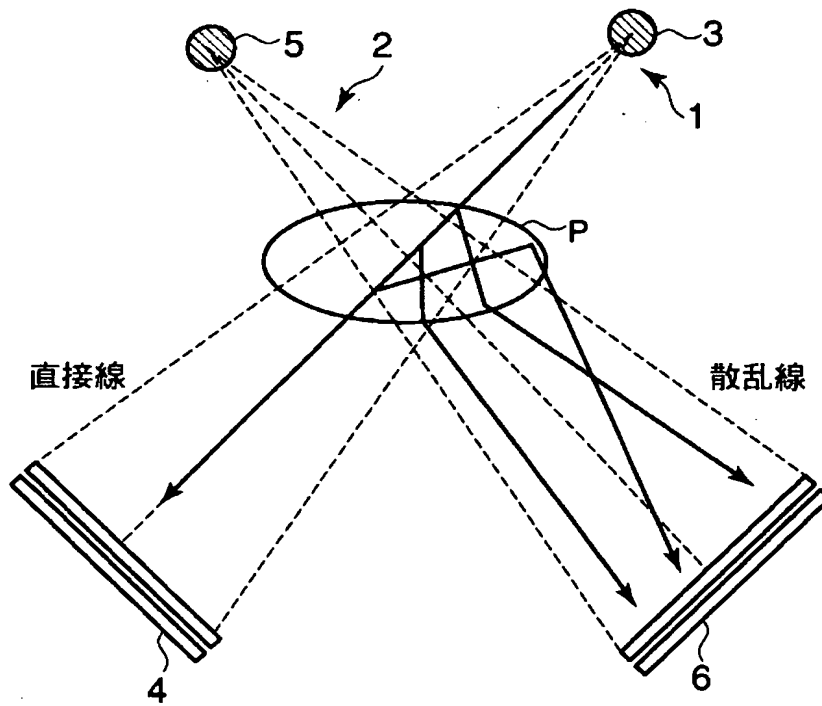
【図 2 1】



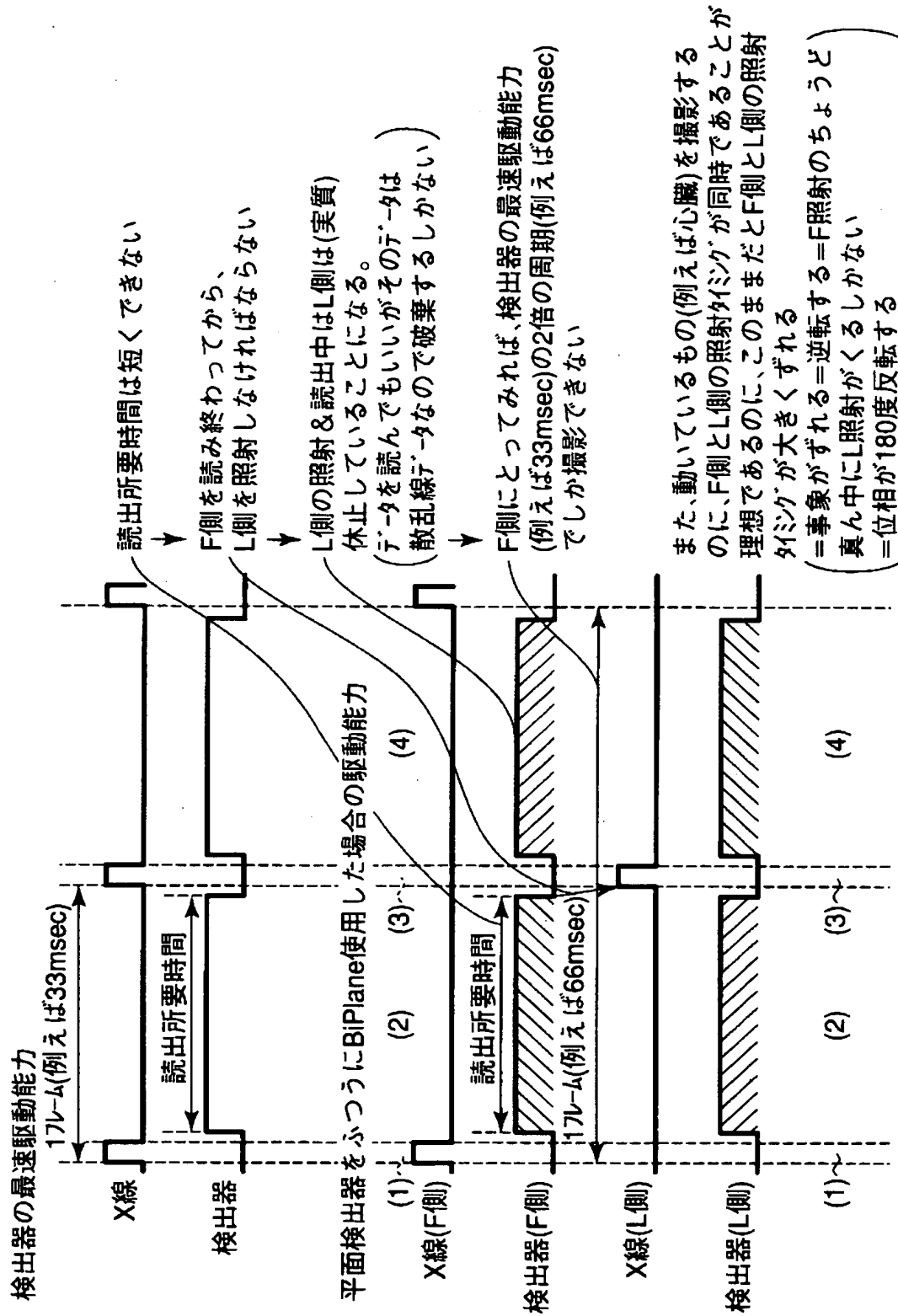
独立信号線の場合は、 γ を読む動作と γ インを読む動作は同時に(並列して)おこなわれてもよい。共通信号線の場合は同時に読むことが出来ない。

共通信号線の場合には、この図では γ を先に読んで、次に γ インを読むとしたが、期間内に読み終わればよいのであり、順序は問わない。上から順次に全 γ インを読み、全 γ インを読み終わってから γ と γ インを分けるような方法でもよい。

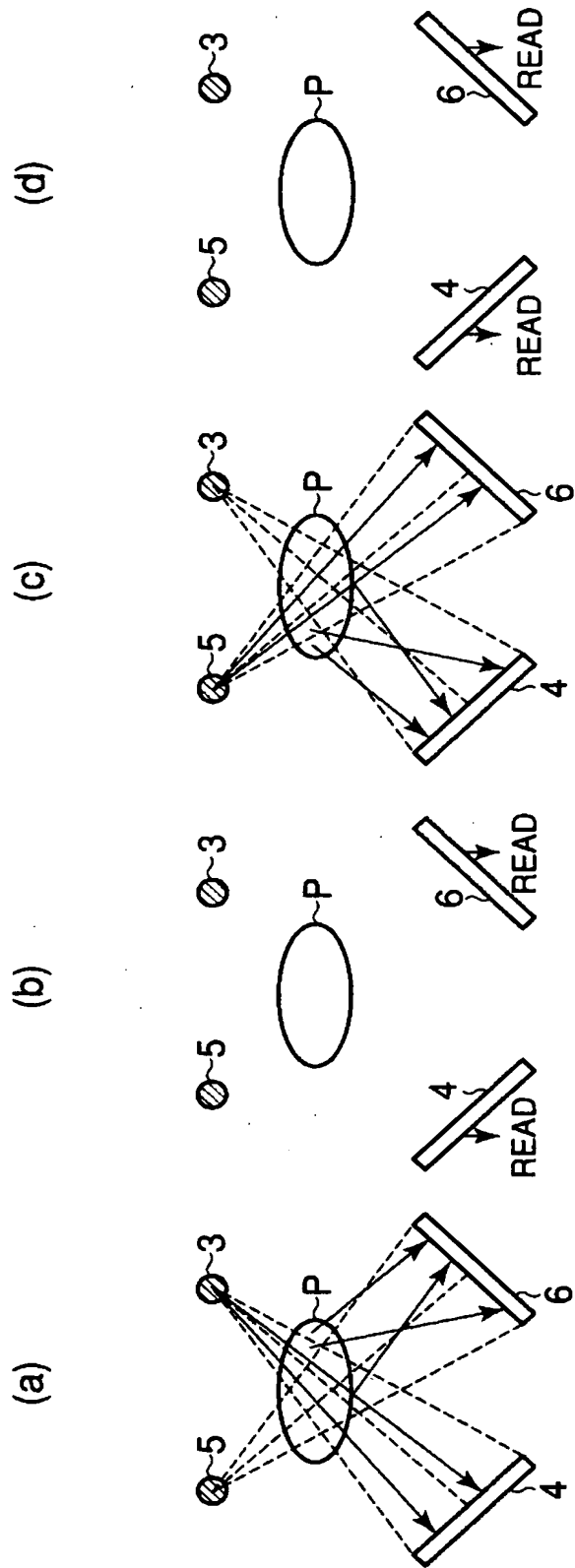
【図 2 2】



【図 2 3】



【 図 2 4 】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の目的は、バイプレーン型のX線撮影装置及びその撮像方法において、散乱線の影響を軽減し且つフレームレートを向上することにある。

【解決手段】 X線管 1 1 , 2 1 と X線検出器 1 2 , 2 2 とを有する撮影システムを複数備えるバイプレーンX線撮影装置による撮影方法において、一方の撮影システムのX線管 1 1 からX線発生後にX線検出器 2 2 により散乱線画像データを高速に収集し、高速収集に引き続いて他方の撮影システムのX線管 2 1 からX線発生させた後にX線検出器 1 2 , 2 2 により散乱線を含む画像データを収集し、複数の撮影システムのX線検出器 1 2 , 2 2 により収集されたそれぞれの散乱線を含む画像データからそれぞれ対応するX線検出器により収集された散乱線画像データを差分して、複数の撮影システムにより撮影された所望画像を得る。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日	2001年 7月 2日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目1番1号
氏 名	株式会社東芝

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW-Image Problem Mailbox.